

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. С. Федоренчик,  
А. А. Герман, П. А. Протас

# ЛЕСНЫЕ МАШИНЫ «АМКОДОР»



*Рекомендовано  
учебно-методическим объединением по образованию  
в области природопользования и лесного хозяйства  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по специальностям 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело»,  
1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса»,  
1-75 01 01 «Лесное хозяйство»*

Минск 2013

УДК 630\*37(075.8)

ББК 43.90я73

Ф32

**Р е ц е н з е н т ы :**

кафедра «Тракторы» Белорусского национального  
технического университета

(доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой *В. П. Бойков*);

кандидат технических наук,

директор ООО «Лесстроймаш» *В. М. Ходосовский*

*Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».*

**Федоренчик, А. С.**

Ф32 Лесные машины «Амкодор» : учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело», 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса», 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / А. С. Федоренчик, А. А. Герман, П. А. Протас. – Минск : БГТУ, 2013. – 240 с. : цв. ил.

ISBN 978-985-530-270-5.

В пособии рассмотрены вопросы современного состояния лесозаготовок и тенденции их развития. Основное внимание уделено описанию конструкций новых лесных машин, созданных на ОАО «Амкодор», правилам их безопасной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Дана оценка эколого-экономической совместимости этих машин с лесной средой, приведены рациональные технологические схемы лесозаготовок на их базе, а также характеристика лесосырьевой базы страны. Рассмотрен опыт применения лесных машин «Амкодор», изложены методики по определению их производительности.

**УДК 630\*37(075.8)**

**ББК 43.90я73**

**ISBN 978-985-530-270-5**

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2013

© Федоренчик А. С., Герман А. А.,  
Протас П. А., 2013



## ВВЕДЕНИЕ

---

Основными целями развития лесозаготовительного производства в стране является обеспечение все возрастающей потребности предприятий народного хозяйства в древесном сырье, а также освоение расчетной лесосеки в полном объеме с использованием современной многооперационной лесозаготовительной техники, оборудования и технологий. В этой связи необходимо дальнейшее укрепление производственного, инновационного и кадрового потенциала отраслей лесного комплекса на основе достижений научно-технического прогресса с учетом тенденций развития мировой экономики.

В соответствии с Государственной программой развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 гг. к 2015 г. с использованием многооперационной лесозаготовительной техники планируется заготовить 70% от всего объема древесины и тем самым обеспечить освоение расчетной лесосеки на 95%. Для этого необходимо закупить 84 харвестера для проведения рубок главного пользования, 121 харвестер для рубок ухода, 410 форвардеров и 180 сортиментовозов для трелевки и вывозки древесины. С учетом создания в республике энергоисточников на основе использования местных видов топлива для производства древесной топливной щепы потребуются сотни рубильных машин, погрузчиков, щеповозов.

В настоящее время в Республике Беларусь интенсивно развивается лесное машиностроение. Особое место в создании лесных машин принадлежит ОАО «Амкодор», освоившему уже выпуск целого ряда колесных машин: валочно-сучкорезно-раскряжевых «Амкодор 2551 и 2541»; погрузочно-транспортных «Амкодор 2661-01, 2662-01 и 2682-01»; трелевочных «Амкодор 2243, 2243В и 2242В» и валочно-трелевочных «Амкодор 2243С»; рубильных на базе форвардера «Амкодор 2902» и комбинированной «Амкодор 2661-02»; погрузчиков для лесных грузов «Амкодор 352Л и 352Л-01». Многооперационные машины марки «Амкодор» полностью освоили цепочку современной технологии заготовки и доставки древесины. Семейство этих машин

совершенствуется и пополняется. Ряд машин успешно адаптируется не только в Беларуси, но и в России, и они во многом определяют уровень развития лесозаготовок. Опора на отечественные машины дает возможность оптимизировать затраты на переоснащение парка лесных машин и оборудования, сохранить эксплуатационные издержки, сделать в условиях рыночных отношений не только технику, но и продукцию лесного комплекса конкурентоспособными.

Однако современные лесные машины «Амкодор» требуют качественно нового подхода к их эксплуатации, обслуживанию и ремонту. Без знаний передовых технологий, выбора оптимальных схем разработки лесосек с учетом конкретных природно-производственных условий нельзя добиться высокоэффективных результатов на практике при соблюдении принципов устойчивого лесопользования.

К сожалению, основополагающие дисциплины для подготовки специалистов лесного хозяйства и лесной промышленности в области лесозаготовительного производства не обеспечены соответствующими учебно-методическими материалами. В этой связи в издании приведены необходимые для студентов сведения по современному состоянию лесозаготовок и лесного машиностроения, подробно описаны конструкции лесных машин ОАО «Амкодор», правила и способы их эффективной и безопасной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Ввиду ужесточения в мире экологических требований к технологическим процессам лесозаготовок и системам машин для их реализации в пособии также дана оценка эколого-экономической совместимости этих машин с лесной средой и приведены рациональные технологические схемы лесозаготовок на их базе. Рассмотрен опыт применения лесных машин «Амкодор» в нашей стране и за рубежом, приведены формулы по определению их производительности при работе по различным технологиям.

С учетом того, что без конкурентоспособных специалистов не бывает конкурентоспособной продукции, а значит и будущего, изложенные материалы будут полезны не только студентам вузов и техникумов лесного профиля, но и инженерно-техническим работникам, организующим и реализующим процесс лесозаготовок, поскольку лесные машины не только способствуют комплексной механизации лесосечных работ путем максимальной замены ручного труда машинным, но и позволяют обеспечить более высокий уровень эффективности и безопасности труда, а также поднять престиж лесозаготовительных специальностей. При этом труд высококвалифицированных специалистов данной отрасли является высокооплачиваемым.





# 1. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТАХ

---

## 1.1. Основные варианты технологических процессов лесосечных работ

По прогнозам к 2030 г. в связи с ожидающимся в развивающихся странах экономическим ростом и увеличением доходов на душу населения потребление круглого леса в мире возрастет на 40%. Изменение сфер и объемов потребления древесной продукции обуславливает необходимость совершенствования и повышения рационального использования лесных ресурсов на основе достижений научно-технического прогресса с учетом тенденций развития мировой экономики.

Учитывая различия природно-производственных условий, в лесодобывающих странах мира на лесосечных работах в настоящее время применяется большое количество оборудования (машин и механизмов), которое позволяет реализовать различные технологии заготовки и вывозки древесины. В зависимости от размеров, энергосиловых характеристик, технологических возможностей и конструкций машины для выполнения лесосечных работ классифицируются по выполняемым операциям (см. рис. 1.1 на с. 7).

На рис. 1.1 приняты следующие *сокращения*:

– выполняемые операции: ВД – валка деревьев; Дб – дробление; ЗП – заготовка пиломатериалов; ЗЧД – заготовка частей деревьев; ОК – окорка; ОС – обрезка сучьев; П – пакетирование; Пг – погрузка на лесовозный транспорт; Р – раскряжевка; СС – сбор сучьев; СП – сортировка (подсортировка); Т – трелевка; Ш – штабелевка;

– машины и механизмы: БП – бензопилы; БПС – бензопилы специализированные; БПУ – бензопилы универсальные; ВПМ – валочно-пакетирующие машины; ВПгМ – валочно-погрузочные машины; ВРyTM – валочно-рубильно-трелевочные машины; ВРyПг – валочно-рубильно-погрузочные машины; ВСПМ – валочно-сучкорезно-пакетирующие машины; ВСРТМ – валочно-сучкорезно-раскряжевочно-трелевочные машины (харвардеры); ВСРМ – валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины (харвестеры); ВФМ – валочно-фрезерные машины; ВTM – валочно-трелевочные машины; ВTMТТ – валочно-трелевочные машины на базе трелевочного трактора; ВTMВМ – валочно-трелевочные машины на базе валочной машины; ВМ – валочные машины; КТУ – канатно-трелевочные установки; ЛПУ – лесопильные установки; МСбС – машины для сбора сучьев; МСбСМ – машины для сбора сучьев манипуляторного типа; МСбСГ – машины для сбора сучьев грабельного типа; МСбСП – машины для сбора сучьев с пакетирующим устройством; МСбСПТ – машины для сбора сучьев, их пакетирования и трелевки пакетов сучьев; ОМ – окорочные машины; ПгМ – погрузочные машины; ПгМЧ – погрузочные машины с челюстным захватом; ПгММ – погрузочные машины, оснащенные манипулятором; РyTM – рубильно-трелевочные машины; РyМ – рубильные машины; СМ – сучкорезные машины; СО – сучкорезно-окорочные машины; СОР – сучкорезно-окорочно-рубильные машины; СРМ – сучкорезно-раскряжевочные машины (процессоры); СРМТТ – процессоры на базе трелевочного трактора; СРМСМ – процессоры на базе сучкорезной машины; ТТ – трелевочные тракторы; ТТМЗ – трелевочные тракторы манипуляторного типа с кониковым зажимным устройством или с пачковым захватом; ТТМП – трелевочные тракторы манипуляторного типа с погрузочной площадкой (форвардеры); ТТМЧ – трелевочные тракторы с канатно-чокерным оборудованием.

В настоящее время мировой объем лесозаготовок в год превышает 3000 млн. м<sup>3</sup>. Более четверти из этого количества заготавливается странами Северной Америки, примерно 22% – странами Европы и СНГ. Масштабные объемы заготовки древесины осуществляются в Бразилии и Китае. Практически весь объем сырья заготавливается приведенными на рис. 1.1 машинами по следующим технологическим процессам, характеризуемым видом вывозимой древесины.

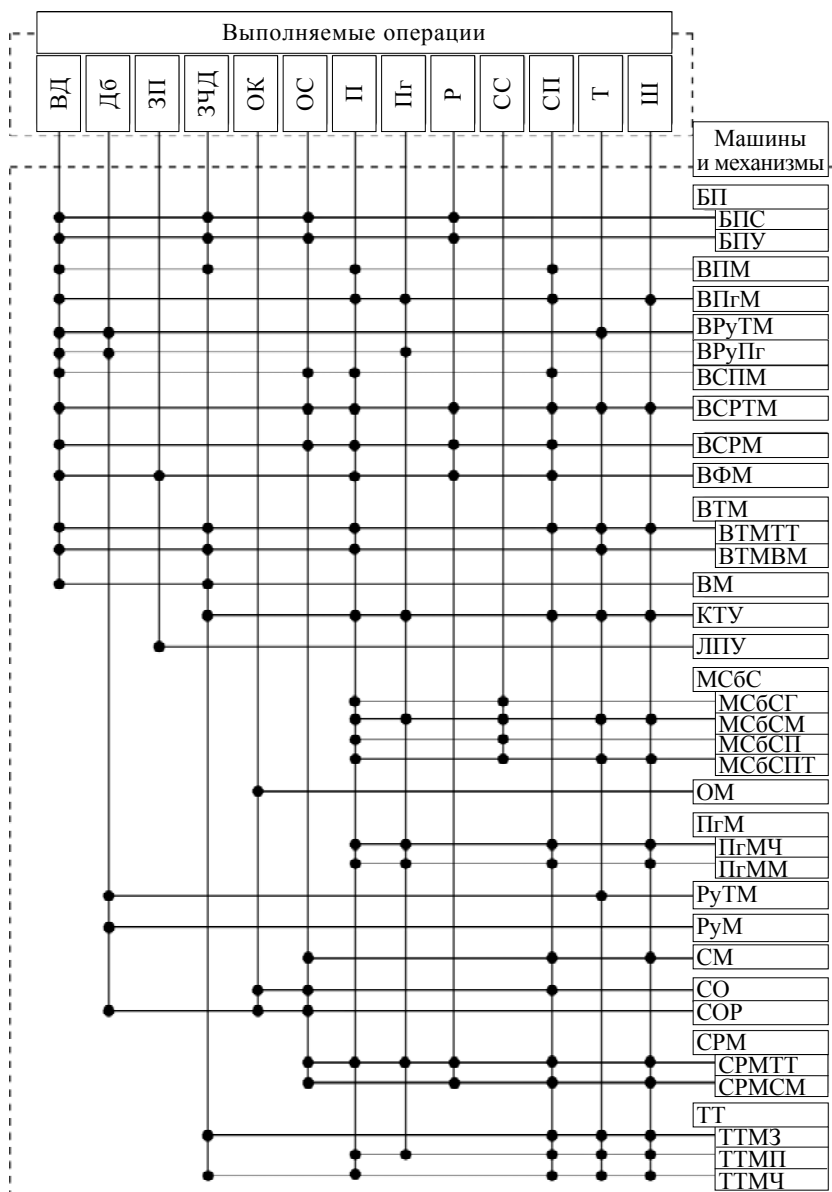


Рис. 1.1. Классификация лесосечных машин и механизмов по виду выполняемых операций

**1ТП-С. Вывозка сортиментов.** Этот технологический процесс заготовки древесины исторически появился первым и долгое время оставался единственным. Им предусматривается заготовка на лесосеке сортиментов и погрузка их на лесовозный транспорт. На лесосеке выполняются три технологические операции: валка деревьев (ВД), обрезка сучьев (ОС) и раскряжевка (Р). При использовании традиционной техники (БП + ТТ) указанный технологический процесс характеризуется большой трудоемкостью работ, что сдерживает широкое его применение. В связи с созданием и внедрением в производство высокопроизводительных валочно-сучкорезно-раскряжевых (ВСРМ) и сучкорезно-раскряжевых (СРМ) машин, ограничением числа выпиливаемых сортиментов масштабы его использования возрастают.

Этот процесс доминирует в Скандинавских странах, а также широко применяется в европейских странах и в Беларуси на рубках промежуточного пользования и несплошных рубках главного пользования. Главное преимущество – лучшее сохранение оставляемых на дорастивание деревьев, минимальная их повреждаемость, а также возможность прямой вывозки сортиментов потребителю.

Разновидностью данного технологического процесса является процесс, предусматривающий заготовку сортиментов из комлевой части деревьев и технологической или топливной щепы из вершинной части деревьев без удаления сучьев. Такая технология эффективна при разработке тонкомерных насаждений (средний объем хлыста 0,12–0,17 м<sup>3</sup>) и является ресурсосберегающей, так как при этом используется и неликвидная часть дерева (сучья, вершины).

**2ТП-Х. Вывозка хлыстов.** Этот технологический процесс предусматривает заготовку на лесосеке хлыстов, которые затем грузятся на лесовозный транспорт и доставляются на нижний склад (биржу сырья). На лесосечных работах выполняются две технологические операции: валка деревьев (ВД) и обрезка сучьев (ОС). В мире около 60% древесины заготавливается по данному технологическому процессу, который ориентирован на использование ликвидной части ствола, что составляет не более 65% биомассы дерева. Широко применяется при проведении рубок главного пользования в России, США, Канаде, а также в Беларуси лесозаготовительными предприятиями концерна «Беллесбумпром». Главное преимущество – более рациональное использование хлыстов, уменьшение трудоемкости лесосечных работ.

Разновидностью данного процесса, особенно при разработке разновозрастных, двухъярусных насаждений, является технологический процесс, по которому из деловых деревьев заготавливаются товарные хлысты, а из тонкомерных ( $d_{1,3} \leq 13$  см), низкокачественных деревьев и отходов лесозаготовок – технологическая или топливная щепа.

**ЗТП-Д. Вывозка деревьев.** Названный технологический процесс предусматривает заготовку на лесосеке деревьев и погрузку их на лесовозный транспорт. Деревья с кроной доставляются на нижний склад или промплощадку лесоперерабатывающего предприятия. На лесосеке выполняется одна технологическая операция – валка деревьев (ВД) и три переместительные: пакетирование (П), трелевка (Т) и погрузка (Пг). Процесс является наиболее ресурсосберегающим. Однако из-за ограничения вывозки деревьев по дорогам общего пользования, загрязнения кроны минеральными примесями, отсутствия потребителей сырья из сучьев и древесной зелени широкого применения не получил.

**4ТП-Щ. Вывозка щепы.** В соответствии с данным технологическим процессом технологическую щепу заготавливают из целых деревьев и отгружают непосредственно потребителям. При этом на лесосеке может выполняться до четырех технологических операций: ВД, иногда ОС и частичная окорка (ОК), а также измельчение ствола на технологическую или топливную щепу (Дб). Если процесс реализуется при разработке тонкомерных деревьев (объем хлыста до  $0,13 \text{ м}^3$ ), операции ОС и ОК отсутствуют. Широко применяется в Скандинавских странах и США. Процесс является малоотходным. По мере доработки и удешевления отечественных рубильных и транспортных машин (щеповозов) получит распространение и в нашей стране.

**5ТП-ЧД. Вывозка частей деревьев.** Этот технологический процесс заготовки древесины появился и апробирован в Швеции. Им предусматривается заготовка на лесосеке частей деревьев (сортиментов с кроной), погрузка их на лесовозный транспорт для доставки на склад деревоперерабатывающего предприятия. Части деревьев, пригодные для получения пиловочных бревен, балансов после обрезки там сучьев и окорки, направляют на переработку. Оставшиеся части деревьев, а также сучья и ветви от первой группы перерабатывают в топливную щепу. На лесосеке выполняются две технологические операции: ВД и Р. Указанный технологический

процесс, несмотря на то, что обеспечивает выход деловой древесины, равный 64–82%, а топливной щепы – соответственно 30–13% от исходного сырья, широкого распространения не получил.

Основные недостатки технологического процесса: невысокая статическая нагрузка лесовозного транспорта; удаление из леса значительного количества питательных веществ; необходимость наличия развитой инфраструктуры перерабатывающего предприятия.

**БТП-П. Вывозка пилопродукции.** Данный процесс все больше применяется при малообъемных лесозаготовках, особенно в Скандинавских странах. Это связано с появлением легких передвижных лесопильных установок, которые по своей эффективности вполне сравнимы со стационарными лесопильными рамами и круглопильными станками. На лесосеке наряду с валкой, обрезкой сучьев и раскряжевкой хлыстов на сортименты выполняется продольная распиловка пиловочника. Организация работ по данному технологическому процессу целесообразна в спелых лесах, загрязненных радионуклидами, так как позволяет периферийные загрязненные части древесины (сучья, горбыли рейки и др.) оставлять в лесу, но использовать чистую пилопродукцию из сердцевинной части сортиментов.

С учетом условий Киотского протокола и сложившимся глобальным балансом углекислого газа для выполнения климатической конвенции и предотвращения «парникового эффекта» наиболее целесообразным, по мнению специалистов развитых лесодобывающих стран, лесопользование будет тогда, когда заготовка деловой древесины будет сопровождаться заготовкой дровяной древесины и утилизацией лесосечных отходов. Сформулированный подход (комплексный) наряду с получением энергетического и технологического сырья, с одной стороны, уменьшает региональную зависимость от привозного топлива, снижает опасные выбросы в атмосферу, улучшает экологическую обстановку и санитарное состояние лесов, уменьшает их пожарную опасность, с другой – предполагает применение системы технологических процессов и машин, предусматривающих комплексное использование природного сырья, промежуточных продуктов и отходов. Отметим, что комплексный подход заготовки древесины для природно-производственных условий Республики Беларусь может быть реализован, прежде всего, при вывозке из лесосеки сортиментов (1ТП-С), хлыстов (2ТП-Х) и щепы (4ТП-Щ).

Если технологический процесс лесосечных работ рассматривать как сложную систему, то в ней можно условно выделить следующие подсистемы, собственно и определяющие технологический процесс, взаимосвязанные и взаимодействующие друг с другом: природные факторы, систему рубок, систему машин, технологии (рис. 1.2).

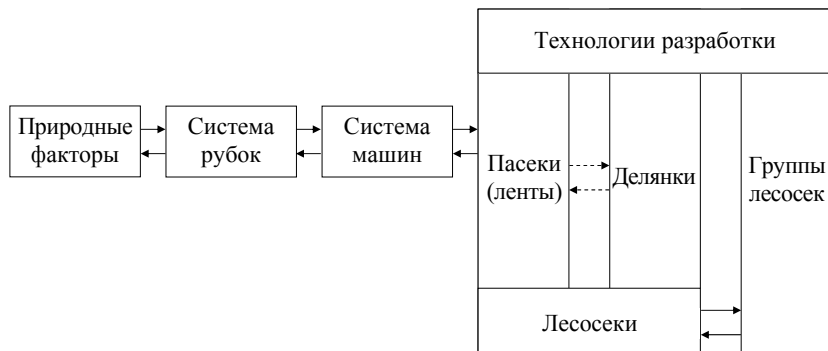


Рис. 1.2. Структурная схема технологического процесса лесосечных работ

Природные факторы создают и характеризуют условия работы и предметы труда. Система рубок определяет объемы рубок и организационно-технологические элементы. Система машин является орудием труда. Технологии определяют процесс производства лесоматериалов и топлива по месту и времени. Данная система, независимо от вида рубки, может рассматриваться как иерархическая в зависимости от поставленных целей на разных уровнях: пасеки, делянки, лесосеки, квартала, массива кварталов, участков лесного фонда. Технология разработки пасеки характеризует порядок и место выполнения технологических операций. Для делянки решается задача расположения магистральных и пасечных волоков, а следовательно, расположения пасек и порядка их разработки. Основной задачей технологического освоения лесосеки является расположение лесовозных усов, определяющих порядок разработки и расположения делянок. При поквартальном или блочном методах освоения участков лесного фонда решается задача расположения лесовозных усов и веток, погрузочных пунктов и промежуточных складов. В этом случае концентрируется лесосечный фонд, отводимый

в рубку, а значит, и образующиеся в процессе лесозаготовок лесосечные отходы.

Важным путем снижения возможного экологического ущерба и повышения лесоводственного и экономического эффекта может явиться единая система комплекса рубок за период лесовыращивания за счет формирования первичной транспортной сети в лесных массивах и унификации технологических процессов рубок ухода и рубок главного пользования. Такой подход в сочетании с поквартальным методом рубок особенно актуален в рамках удешевления стоимости заготовки топливного сырья, поскольку позволяет не только применять одинаковые лесозаготовительные системы машин, концентрировать объемы работ, но и использовать общие промежуточные склады (пункты) с меньшим их количеством для накопления различных видов отходов, их естественной подсушки, последующего измельчения и тем самым сокращать грузовую работу лесовозного автотранспорта.

Создание промежуточных складов оптимальной вместимости в свою очередь делает технологический процесс гибким; позволяет организовать в течение года более ритмичную подачу древесного топлива на энергопредприятия при сезонном характере его потребления и круглогодичной заготовке; создает предпосылки для уменьшения численности транспортной техники и более полной ее загрузки; повышает эффективность и условия работы тяжелых дорогостоящих мобильных рубильных машин и щеповозов; однако требует дополнительных средств на обустройство складов и увеличивает число перегрузочных операций.

*По способу возобновления и степени изреживания древостоя технологические процессы заготовки древесного сырья рассматриваются по трем принципиальным направлениям:*

1) сплошнолесосечные рубки с последующим возобновлением леса. При этом сроки выращивание леса максимальные, существует опасность эрозионных процессов, смены древесной породы;

2) сплошнолесосечные рубки с предварительным возобновлением леса. При этом сокращается оборот рубки на 20–30 лет, в условиях непрерывного сохранения лесной среды в большей мере сохраняются условия для представителей фауны;

3) несплошные рубки разных видов, позволяющие наиболее полно сохранять все компоненты леса, а также обеспечивающие непрерывность его воспроизводства.



В производственной деятельности лесозаготовительного предприятия приведенные технологические направления могут быть реализованы как в комплексе при различных видах рубок, так и каждое в отдельности. Необходимо установить, какой эффект (экономический и экологический) может быть получен при проведении рубок разных видов и разными способами, в каком сочетании их лучше проводить, чтобы обеспечить непрерывность лесопользования с наибольшим эффектом.

Важной характеристикой технологического процесса лесосечных работ являются параметры разрабатываемой за один или несколько проходов ленты леса, древесина с которой вытрелевывается по одному волоку, а также число единиц техники и совмещение ими выполнения смежных операций. Принято выделять в технологических процессах рубок главного пользования и рубок ухода *по ширине разрабатываемой ленты леса* следующие группы технологий: широкопасечные (пасека шириной более 50 м); среднепасечные (ширина пасеки от 35 до 50 м); узкопасечные (ширина пасеки от 15 до 35 м); линейно-пасечные (ширина ленты до 8 м); линейные шириной до 4 м. Унификация технологических процессов рубок ухода и рубок главного пользования рассматривается как путь снижения возможного экологического ущерба и повышения лесоводственного и экономического эффекта от комплекса рубок за период лесовыращивания за счет формирования первичной транспортной сети в лесных массивах.

В табл. 1.1 приведены структурные схемы ряда вариантов технологических процессов лесосечных работ, которые реализуются или могут быть реализованы в нашей стране с учетом *места их выполнения, вида вывозимой древесины, порядка выполнения операций, а также совмещения выполнения смежных операций одной машиной или механизмом*. Операции, выполняемые одной машиной, перечисляются через запятую, различными – через тире. Обозначения выполняемых операций соответствуют принятым на рис. 1.1.

Сортировка и штабелевка не являются обязательными операциями в технологическом процессе и выполняются по мере необходимости.

При разработке разрозненных, труднодоступных лесосек или по технологическим целям в качестве верхнего склада (погрузочного пункта) может рассматриваться промежуточный склад, располагающийся, как правило, у дороги круглогодочного действия.

Таблица 1.1

**Основные технологические процессы лесосечных работ**

Номер технологического процесса	Место выполнения операции		
	пасека	волок	верхний (промежуточный) склад
1ТП-С1	ВД, ОС, Р –	СП, Т,	СП – Ш, – Пг
1ТП-С2	ВД, ОС, Р,	Т –	СП, Ш, Пг
1ТП-С3	ВД, П –	Т –	ОС, Р – Ш, Пг
1ТП-С4	ВД – ОС, Р –	СП, Т,	СП, Ш, – Пг
1ТП-С5	ВД, ОС, Р –	СП, Т,	СП, Ш, – Пг
1ТП-С6	ВД –	Т –	ОС, Р – Ш, Пг
2ТП-Х1	ВД, П –	Т –	ОС – Ш, Пг
2ТП-Х2	ВД,	ОС – Т –	Ш, – Пг
2ТП-Х3	ВД –	П, Т –	ОС – Ш, – Пг
2ТП-Х4	ВД, ОС –	П, Т –	Ш, – Пг
4ТП-Щ1	ВД, П –	Т –	Дб, Пг
4ТП-Щ2	ВД, Дб,	Т –	Пг
4ТП-Щ3	ВД – СП –	Дб – Т –	Пг
4ТП-Щ4	ВД – СП,	П, Т –	Ш – Дб, Пг
4ТП-Щ5	СС,	Т,	Ш – Дб, – Пг
4ТП-Щ6	СС – Дб,	Т,	Пг
6ТП-П1	ВД, ОС, Р – СП, –	Т,	СП, – Ш – ЛП, – СП, – Пг
6ТП-П2	ВД, П –	Т –	ОС, Р – СП, Ш, – ЛП, – СП, Пг

Примеры типовых и прогрессивных для Республики Беларусь технологических схем разработки лесосек различными системами машин, включающими лесные машины «Амкор», даны в разделе 6.

## 1.2. Системы машин для рубок леса

Как следует из рис. 1.1 (см. на с. 7), для выполнения лесосечных работ применяются: ручной механизированный инструмент, однооперационные (валочные, сучкорезные, погрузочные машины, гусеничные и колесные трелевочные тракторы и др.), многооперационные (валочно-пакетирующие, валочно-сучкорезно-раскряжевные, валочно-рубильно-погрузочные, сучкорезно-окорочные и др.) машины. Каждая из них имеет свою конструкцию, технические (масса, мощность, скорость движения и др.) и технико-экономические (надежность, производительность, себестоимость содержания машино-смены и др.)

характеристики и параметры. Поскольку они функционируют в едином технологическом потоке, то эффективное функционирование машин и механизмов невозможно без формирования из них определенной системы. Под **системой машин** для лесосечных работ понимается совокупность машин и оборудования для выполнения необходимых операций, взаимно увязанных по технологическим, техническим и эксплуатационным параметрам, обеспечивающих заготовку целевого продукта в заданных природно-производственных условиях в установленные сроки и с требуемыми экономическими показателями при соблюдении природоохранных мероприятий. В этой связи при разработке новых и выборе имеющихся машин для данных технологических процессов приоритет должен отдаваться машинам:

- исключаящим и минимизирующим ручной труд;
- специализированным по сравнению с машинами общего назначения;
- многооперационным по сравнению с однооперационными, обеспечивающим выполнение технологических операций без перемещения в максимально возможной зоне;
- с колесным шасси по сравнению с гусеничными машинами;
- с многоосным колесным двигателем, позволяющим при необходимости устанавливать съемные гусеничные ленты для повышения проходимости;
- обеспечивающим автоматизированную обработку деревьев (отходов) по многовариантным схемам, позволяющим вести одновременный учет продукции и непосредственный обмен информацией;
- обеспечивающим, по возможности, и заготовку лесоматериалов, и утилизацию топливного сырья, допускающим для этих целей прямое и обратное переоборудование базовой машины;
- имеющим меньшую массу, габариты, удельное давление на грунт и расход топлива;
- обеспечивающим транспортирование заготовленной древесины в полностью погруженном или подвешенном положении, исключаящем соприкосновение ее с поверхностью почвы;
- имеющим реверсивный пост управления, позволяющий включить или совместить часть технологических приемов при выполнении рабочих операций;
- создающим условия для улучшения управляемости и повышения собственной устойчивости заданного направления, а также

снижения уровня вертикальных и боковых колебаний в зависимости от размерно-качественных характеристик заготавливаемой и измельчаемой древесины;

– двигатели которых имеют гидротрансмиссию, обеспечивают равномерное распределение нагрузки на грунт и копирование рельефа местности, выполняют плавное трогание с места и торможение с целью минимизации повреждения почвы;

– в которых предусматривается возможность нетрудоемкого агрегатирования с навесным и (или) прицепным технологическим оборудованием, сменным комплексом специализированных устройств для выполнения лесозаготовительных, подготовительно-вспомогательных и заключительных работ.

Машины, как правило, должны иметь эффективные системы шумоподавления для снижения возникающих в процессе работы резких звуков и шумов, являющихся «фактором беспокойства» для диких животных, птиц и полезных насекомых.

Предельные значения среднего удельного давления двигателей машин, предназначенных для применения на рубках главного пользования, в зависимости от типа грунта и двигателя приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

**Предельные значения среднего удельного давления двигателей машин**

Тип грунтов	Среднее удельное давление двигателей, не более, кПа	
	гусеничные	колесные
Грунты с пониженной несущей способностью (переувлажненные минеральные и торфяно-болотные)	30	–
Грунты со слабой несущей способностью (суглинистые и глинистые)	45	100
Грунты со средней несущей способностью (песчаные и супесчаные повышенного увлажнения)	65	140
Грунты с высокой несущей способностью (песчаные, супесчаные нормального увлажнения, каменистые и мерзлые)	80	180

Для машин, применяемых на рубках ухода, указанные в табл. 1.2 значения среднего удельного давления подлежат снижению на 30% для гусеничных и на 20% для колесных двигателей.

Ширина машин должна быть не более:

- 1) для тягового класса 0,2 – 1,8 м;
- 2) для тягового класса 0,6 – 2,2 м;
- 3) для тягового класса 0,9 – 2,6 м;
- 4) для тягового класса 1,4 – 2,9 м;
- 5) для тяговых классов 2,3 и 4 – 3,1 м;
- 6) для тягового класса 5,6 и 8 – 3,2 м.

В целом тяговый класс, тип движителя, конструктивные и технологические характеристики машин должны соответствовать виду проводимых рубок и природно-производственным условиям их выполнения, учитывающим несущую способность грунтов, крутизну склонов, стесненность условий, размеры древостоя и отходов, сезонность и сменность работ. Машины должны обеспечивать выполнение технологических и транспортных операций, не допуская повторений рабочих движений из-за недостатка мощности или приложения чрезмерных усилий при ее избытке.

Выделяют следующие *принципы* формирования систем машин:

- минимизация числа типов машин в системе;
- согласование производительности машин, выполняющих различные операции технологического процесса;
- обеспечение максимальной загрузки каждой машины, входящей в систему;
- приоритет при равных условиях отечественных машин над зарубежными;
- минимизация техногенного воздействия системы машин на природную среду.

Методика формирования системы машин для заданных природно-производственных условий предусматривает следующие этапы. На первом, исходя из ограничений по таксационным характеристикам лесонасаждений, рельефу, почвенно-грунтовым условиям, виду рубок и наличию сохраняемого подроста, выбираются машины и оборудование, обеспечивающие освоение лесного массива с заданными характеристиками.

Из них, на втором этапе, формируются альтернативные варианты систем машин с определением количества машин каждого типа. При расчете числа машин одна из технологических операций принимается за базовую, а машина, выполняющая эту операцию, становится основной в системе. Далее к основным машинам подбираются вспомогательные.

Главным эксплуатационным показателем, определяющим эффективность применения лесозаготовительной техники, является ее производительность. При оценке эксплуатационной производительности учитываются организационные простои машин, т. е. время на выполнение подготовительно-заключительных работ и отдых. Производительность системы машин определяется по основным машинам и механизмам, входящим в систему. Вспомогательные машины при этом подбираются в основном из расчета, что их производительность должна несколько превышать производительность основных машин.

С учетом действующей в стране системы лесной сертификации планирование лесозаготовительного процесса целесообразно рассматривать как определенный компромисс в достижении социальных, экологических и экономических целей и оценивать их по трем группам критериев – социальным, экологическим и экономическим.

В этой связи последующий выбор системы машин и соответствующего ей технологического процесса осуществляется поэтапным подбором по каждой из трех групп критериев эффективности. Принципиальная схема этого выбора приведена на рис. 1.3.

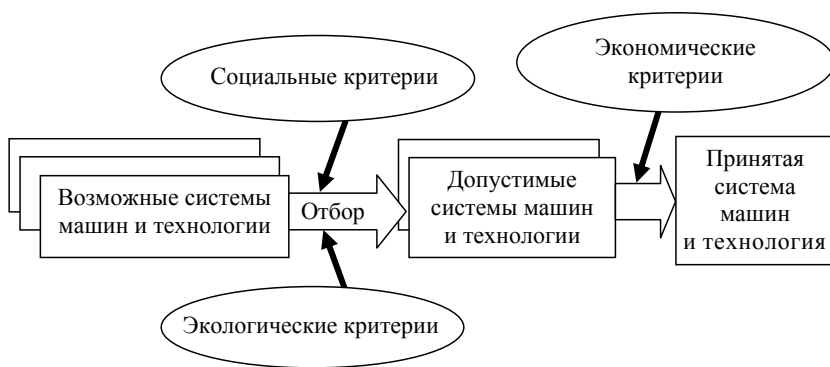


Рис. 1.3. Обобщенная схема последовательности выбора системы машин и технологии заготовки древесного сырья

Каждая группа критериев, используемых при отборе систем машин и технологий заготовки древесины, включает в себя ограничения, определяющие допустимость технологий на данном этапе развития общества и предпочтительные в будущем.

При ранжировании допустимых технологий кроме количественных критериев могут использоваться и качественные или комбинированные – престижность профессии, учет интересов местного населения, связанного с использованием в установленном порядке древесины, древесным сырьем и продукцией.

Мировой опыт показывает, что в качестве основного машинного комплекса для заготовки сортиментов в условиях лесосеки широко применяют валочно-сучкорезно-раскряжевные машины (харвестеры) в сочетании с погрузочно-транспортными машинами (форвардерами).

Наиболее заметным преимуществом использования технологической цепочки «харвестер – форвардер» является возможность применения одних и тех же машин для различных видов работы – от рубок ухода до сплошных рубок главного пользования. От термина «сплошная рубка» в большинстве европейских стран стараются уходить, так как на лесосеке оставляют на 1 га для естественного возобновления от 50 до 120 деревьев хвойных пород и 10–50 деревьев березы, которые срезают через 5–10 лет харвестерами. В организационном плане такая технологическая цепочка представляет собой наиболее простой способ ведения рентабельных заготовок, удовлетворяющих лесоводственно-экологическим требованиям.

Сегодня в Финляндии работает более 1400 харвестеров, 1600 форвардеров и автопоездов-сортиментовозов. Примерно столько же их эксплуатируется в Швеции. Бурными темпами идет внедрение машинных комплексов, осуществляющих заготовку сортиментов в лесу, в странах Центральной Европы, в США, Канаде, Бразилии и даже некоторых странах Азии и Африки. В Германии число эксплуатируемых харвестеров за последние 15 лет возросло от единичных до более чем 900 штук. В этих странах машинная заготовка сортиментов рассматривается не только как самый выгодный вариант почти во всех случаях, но и как естественный результат совершенствования рабочих условий. Тяжелая работа в лесу при этом становится привлекательной.

Сравнительная характеристика трудоемкости лесозаготовок при машинном и механизированном методах приведена в табл. 1.3. Расчет произведен финским лесным научно-исследовательским институтом «Метсятехо» при следующих условиях: средний объем ствола – 0,3 м<sup>3</sup>; состав насаждений – 4С6Е; запас древесины – 150 м<sup>3</sup>/га; способ рубки – сплошная; расстояние трелевки – 350 м.

В настоящее время один харвестер заменяет работу примерно 10–15 человек с бензопилами. В этой связи, конечно, и уменьшается

число травм. По этой же причине оправдана заготовка древесины харвестерами в лесах, загрязненных радионуклидами. Кроме того, машинная заготовка требует меньше организации и контроля, ее легко перемещать и размещать в сравнении с ручной заготовкой, занятой преимущественно живой рабочей силой. Машинная заготовка выгодна и тем, что она способствует быстрой и ровной поставке древесины, не говоря уже о возможностях, предлагаемых автоматикой современной многооперационной машины. Помимо создания комфортных условий труда, информационного обеспечения, оптимальной раскряжевки хлыстов, некоторые харвестеры позволяют осуществлять маркировку выпиленных сортиментов и нанесение защитного раствора на их торцы для более длительного хранения в лесу или на складах.

Таблица 1.3

**Средняя трудоемкость заготовки сортиментов при различных методах**

Методы лесозаготовок	Трудоемкость на 100 м <sup>3</sup>	
	чел.-дни	%
Валка, обрезка сучьев и раскряжевка бензопилами	8,30	100
Валка бензопилой, обрезка сучьев и раскряжевка процессорами	2,72	32,8
Валка, обрезка сучьев и раскряжевка харвестерами	1,67	20,1

Сказанное выше подтверждается и всем ходом эволюционного развития систем лесозаготовительных машин, что видно из рис. 1.4, который выполнен для Финляндии, демонстрирующей в XXI в. наиболее современный уровень развития техники и технологии лесозаготовок в мире.

В развитых странах, где доминирует хлыстовая заготовка и вывозка древесины, валка деревьев преимущественно осуществляется высокопроизводительными валочными или валочно-пакетирующими машинами, а трелевка деревьев – тракторами для бесчokerной трелевки, оснащенными либо манипуляторами и кониковыми устройствами, либо пачковыми клещевыми захватами.

Для измельчения лесосечных отходов и низкосортной древесины в последнее время широко применяют самоходные барабанные рубильные установки, выполненные на колесной базе трактора или автомобиля. При этом снижается удельный вес машин, осуществляющих измельчение сырья на пасаках, и возрастает – оснащенных автономным двигателем для механизма рубки.



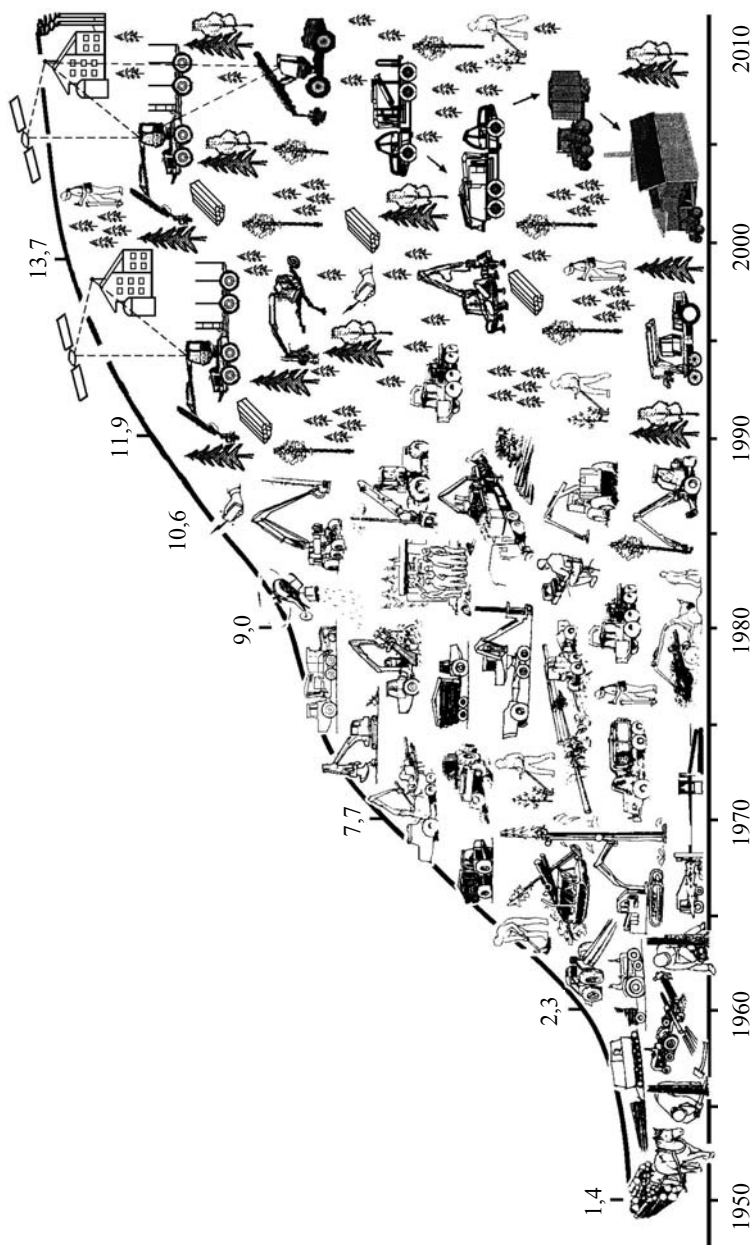


Рис. 1.4. Схема роста производительности труда и развития лесозаготовок в Финляндии

Независимо от типа технологического процесса практически повсеместно используются и бензопилы. В первую очередь – где недостаточно машин для лесосечных работ, на рубках ухода, при разработке лесосек в горной местности, с листовым (твердолиственным) составом насаждений, имеющих низкую несущую способность грунтов.

С учетом вышесказанного применяемые и рекомендуемые варианты систем машин для рубок леса в Республике Беларусь в ближайшей перспективе представлены на рис. 1.5.

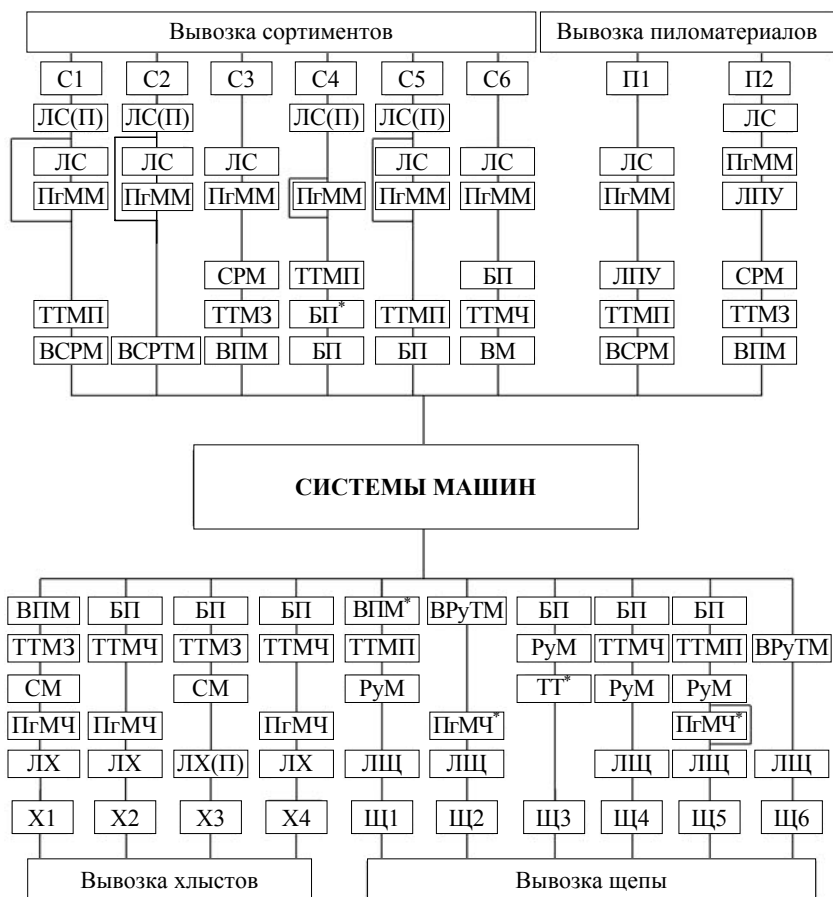


Рис. 1.5. Системы машин для рубок леса в Республике Беларусь

На рис. 1.5 обозначения типов машин и механизмов соответствуют приведенным на рис. 1.1 (см. на с. 5–6). Дополнительно приняты следующие: ЛС – сортиментовоз; ЛС(П) – сортиментовоз, обеспечивающий самопогрузку древесины; ЛХ – лесовоз; ЛХ(П) – лесовоз, обеспечивающий самопогрузку хлыстов; ЛЩ – щеповоз; С1, Х1, П1, Щ1 – номер системы машин соответственно при вывозке сортиментов, хлыстов, пиломатериалов, щепы; ПгМЧ\* – погрузочные машины, оснащенные ковшом (вместо челюстного захвата); БП\* – легкие универсальные бензопилы; ВПМ\* – валочно-пакетирующие машины с накопительной гильотинной головкой для тонкомера; ТТ\* – погрузочно-транспортные машины, оснащенные сменным контейнером.

Из рис. 1.5 видно, что системы машин С1–С6 обеспечивают по различным технологиям заготовку и вывозку сортиментов; системы машин Х1–Х4 – заготовку и вывозку хлыстов; системы машин Щ1–Щ6 и П1–П2 – соответственно заготовку и вывозку щепы и пиломатериалов.

Из рассмотренных системы машин С1, С2, С4, С5, Х2, Х4, П1, Щ1–Щ3 могут использоваться не только на рубках главного пользования, но и на рубках промежуточного пользования.

Все системы машин, в которых отсутствует бензиномоторный инструмент, исключают ручной труд. Все системы могут комплектоваться машинами зарубежного производства, многие – отечественными.

### **1.3. Роль лесных машин «Амкодор» на лесозаготовках в Республике Беларусь и России**

ОАО «Амкодор» – структура холдингового типа, в которую входят 3 подразделения без образования юридического лица: заводы «Ударник», «Дормаш», «Дормашмет» и 13 дочерних предприятий – юридических лиц: ЗАО «Амкодор-Лит», ЗАО «Амкодор-Пинск», ЗАО «Амкодор-Шклов», ОАО «Амкодор-Дзержинск», ОАО «Амкодор-Белвар», ООО «Амкодор-Брянск», ТОО «Амкодор-Астана», ЧП «Амкодор-Логойск» и др. Сегодня ОАО «Амкодор» – крупнейший в СНГ производитель специализированной техники и оборудования: дорожно-строительной, снегоуборочной, аэродромной, сельскохозяйственной, коммунальной, лесной. Машины ОАО «Амкодор»

работают более чем в 30 странах мира: России и других странах СНГ, Венесуэле, Индии, Иране, Ираке, Ливии, Румынии, Сербии, Болгарии, ЮАР, Непале и др.

В последнее десятилетие интенсивно создаются и машины для лесного комплекса. Лесное направление предприятие считает для себя перспективным. Несмотря на то, что специальное конструкторское бюро по лесной технике было создано только в 2004 г., машины марки «Амкодор» полностью освоили цепочку современной технологии заготовки древесины. С их помощью возможно максимально механизировать работы по заготовке хлыстов и сортиментов, значительно повысить производительность труда. Валка деревьев, трелевка, штабелевка лесоматериалов, подготовка погрузочных площадок, обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов, погрузочно-разгрузочные работы с круглыми лесоматериалами и пиломатериалами, производство щепы – таковы возможности семейства лесозаготовительной техники ОАО «Амкодор», которое по-прежнему совершенствуется и пополняется.

В последнее время на предприятии созданы комбинированный форвардер «Амкодор 2661-02» для сортиментной и хлыстовой технологии, а также на базе универсального лесохозяйственного шасси «Амкодор 2061» многоцелевая модульная машина с погрузочным устройством системы «мультилифт» и возможностью быстрой смены различных технологических модулей (бункер для щепы, рубильная установка, трелевочное оборудование, пожарная установка, оборудование для сбора лесосечных отходов, оборудование для посадки леса).

Подготовлены к выпуску следующие лесные машины: форвардер для рубок ухода «Амкодор 2641» с колесной формулой 4К4, рубильная машина «Амкодор 2904», а также ведутся работы по созданию комплекса машин для рубок ухода «Амкодор 2531 и 2631». Данные разработки логично дополняют линейку лесозаготовительных машин семейства «Амкодор».

Благодаря постоянной работе над совершенствованием лесозаготовительной техники растет экспортный рынок этих машин (табл. 1.4).

В последние годы модельный ряд ОАО «Амкодор» значительно увеличился и насчитывает около 90 моделей и модификаций машин. Их производство сертифицировано по стандартам СТБ ISO 9001-2009 и DIN EN ISO 9001:2008.

Таблица 1.4

Данные о ввозе машин и оборудования лесопромышленным комплексом России в разрезе производителей за 2008–2010 гг.

Место	Производитель	2008	%	2009	%	2010	%	Сум- ма	%
1	JOHN DEERE (Timberjack)	308	45,5	75	45,7	218	40,9	601	43,7
2	PONSSE	159	23,5	17	10,4	120	22,5	296	21,5
3	KOMATSU (Valmet)	89	13,1	17	10,4	43	8,1	149	10,8
4	ROTTNE	33	4,9	2	1,2	5	0,9	40	2,9
<b>5</b>	<b>АМКОДОР</b>	<b>16</b>	<b>2,4</b>	<b>3</b>	<b>1,8</b>	<b>17</b>	<b>3,2</b>	<b>36</b>	<b>2,6</b>
6	CATERPILLAR	5	0,7	7	4,3	21	3,9	33	2,4
7	LOGSET	18	2,7	2	1,2	8	1,5	28	2,0
8	SILVATEC	9	1,3	1	0,6	18	3,4	28	2,0
9	PRIMETECH	3	0,4	8	4,9	9	1,7	20	1,5
10	TIGERCAT	8	1,2	4	2,4	6	1,1	18	1,3
11	ANWI	1	0,1	6	3,7	10	1,9	17	1,2
12	TIMBERPRO	4	0,6	4	2,4	1	0,2	9	0,7
13	ECO LOG	8	1,2	0	0,0	0	0,0	8	0,6
14	NOKAMIC	0	0,0	1	0,6	4	0,8	5	0,4
15	PRENTICE	3	0,4	0	0,0	2	0,4	5	0,4
16	LKT	0	0,0	2	1,2	2	0,4	4	0,3
17	LOGMAN	1	0,1	0	0,0	2	0,4	3	0,2
18	METSIS	1	0,1	0	0,0	1	0,2	2	0,1
19	GREMO	1	0,1	0	0,0	0	0,0	1	0,1
20	PRINOTH	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,1
21	TIMBCO	1	0,1	0	0,0	0	0,0	1	0,1

Конкурируя с всемирно известными фирмами, имеющими не одно десятилетие опыт производства лесозаготовительной техники, лесные машины «Амкодор» по числу реализованных в России за 2008–2010 гг. вышли на пятое место, в том числе по харвестерам – на седьмое, по форвардерам – на пятое, по скиддерам – на четвертое. В целом, по состоянию на 01.01.2012 в Россию было продано 93 лесные машины производства ОАО «Амкодор».

Выбрав концепцию силового модуля, который спроектировали из отечественных узлов (дизель Минского моторного завода, мосты и коробки передач производства ОАО «Амкодор»), удачно дополнив их технологическим оборудованием от ведущих мировых производителей (Kesla (Финляндия), «Велмаш-С» (Россия), NAF (Германия), Sauer-Danfoss (Дания), Palram (Израиль) и др.), были созданы машины с оптимальным соотношением цены и качества. Лесные

машины «Амкодор», которые значительно дешевле западных аналогов, успешно работают в Брянской, Смоленской, Кировской, Томской и Тюменской областях, Республике Коми, Приморском крае и других регионах.

В 2012 г. на заводе произведено более 150 машин для лесной промышленности, около 100 из которых поставлены на внутренний рынок и 50 – на рынок Российской Федерации. Для продвижения продукции в 18 странах мира создана специализированная товаропроводящая сеть, которая насчитывает 95 торгово-сервисных компаний.

В последние годы значительно растет технический потенциал лесной отрасли и нашей страны. Только в лесхозах на начало 2012 г. имелось свыше 2400 колесных тракторов, 38 гусеничных, 130 форвардеров (из них 112 – отечественных), 70 харвестеров (40 отечественных), 925 полуприцепов тракторных, оборудованных гидроманипуляторами, около 50 рубильных машин и другое оборудование. За 2009–2010 гг. количество лесозаготовительной техники увеличилось на 37%, в том числе сортиментовозов на 62%, форвардеров на 45%, тракторных тележек на 24%. А численность харвестеров в лесхозах за этот период выросла более чем в 4 раза.

Благодаря этому за 2010 г. собственными силами предприятий Минлесхоза из всех видов рубок заготовлено 8359,2 тыс. м<sup>3</sup> ликвидной древесины, в том числе харвестерами 6,1%, форвардерами стреловано 10%. Но уже в 2012 г. объем древесного сырья, заготовленного машинными комплексами, составил более 1,9 млн. м<sup>3</sup> (18,8% от общего объема).

С целью дальнейшей модернизации лесозаготовительного производства в рамках утвержденной Советом Министров Республики Беларусь Государственной программы развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 гг. планируется приобрести 84 харвестера для рубок главного пользования и 121 – для рубок промежуточного пользования, 410 форвардеров. Это позволит предприятиям Минлесхоза уже в 2015 г. около 70% заготовленной древесины производить машинным способом.

Среди эксплуатируемых в лесхозах страны на 01.01.2013 машинных комплексов «харвестер – форвардер» на долю машин «Амкодор» приходилось более 60%. На 2013 г. всех типов лесных машин «Амкодор» в Республике Беларусь насчитывалось более 350. Из них харвестеров – 93, форвардеров – 146, трелевочных машин – 31, рубильных машин – 8, лесопогрузчиков – 74.

Высокие потенциальные возможности лесных машин «Амкодор» подтвердили и соревнования харвестеров марки «Амкодор 2551» и Ponsse Beaver. Так, за 9 ч работы отечественный харвестер заготовил 420 м<sup>3</sup> древесины на площади 13 830 м<sup>2</sup>, спилив и обработав 939 деревьев. Финским харвестером за это же время в аналогичных условиях было заготовлено 360 м<sup>3</sup> древесины на площади 10 080 м<sup>2</sup> и обработано 655 стволов. При этом удельный расход топлива для харвестера марки «Амкодор» составил 0,345 л на 1 м<sup>3</sup>, Ponsse – 0,361 л на 1 м<sup>3</sup>.

Уже сегодня с участием лесных машин «Амкодор» или полностью на базе этих машин могут быть реализованы перспективные для Республики Беларусь системы машин (см. рис. 1.5 на с. 22) для рубок главного и промежуточного пользования: С1, С2, С4, С5 – для заготовки сортиментов; Х1–Х4 – для заготовки и вывозки хлыстов; Щ1, Щ3–Щ5 – для заготовки щепы; П1 – для заготовки и вывозки пиломатериалов.

Вместе с тем опыт практической работы в нашей стране показывает, что годовая выработка на лесные машины «Амкодор» на лесозаготовительных предприятиях колеблется в значительном диапазоне в зависимости от условий эксплуатации. Для повышения эффективности эксплуатации данных машин требуется улучшение сервисного обслуживания, развитие ремонтной базы и дальнейшее совершенствование их конструкции. Особая роль должна быть отведена подготовке квалифицированных операторов. Для этой цели разработан и начал внедряться в практику работы учебных центров компьютерный симулятор работы харвестера «Амкодор 2551» и форвардера «Амкодор 2661-01».



## Контрольные вопросы

1. Какие операции выполняются на лесосечных работах?
2. В чем отличие технологических операций от других?
3. Охарактеризуйте основные машины, применяемые на лесозаготовках.
4. Перечислите основные типы технологических процессов лесозаготовок.
5. Какие типы технологических процессов перспективны для условий Республики Беларусь?

6. Приведите примеры структурных схем технологических процессов заготовки и вывозки сортиментов.
7. Дайте определение понятию «системы машин» на лесосечных работах.
8. Какие требования предъявляются к лесным машинам?
9. Что Вы знаете о принципах формирования систем машин?
10. Охарактеризуйте мировые тенденции развития лесозаготовок.
11. Приведите примеры систем машин для вывозки щепы.
12. Назовите подразделения, входящие в структуру холдингового типа ОАО «Амкодор».
13. Оцените конкурентоспособность лесных машин «Амкодор» в стране и за рубежом.
14. Какие перспективные для Республики Беларусь технологии лесозаготовок могут быть реализованы на базе лесных машин «Амкодор»?





## 2. ЛЕСОСЫРЬЕВАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

---

### 2.1. Общая характеристика лесосырьевой базы

Общая площадь лесного фонда Республики Беларусь на 01.01.2013 составляла 9,46 млн. га, а лесных земель – 8,61 млн. га, или 91,1%. Запасы древесины на корню по республике составляют 1636 млн. м<sup>3</sup> с ежегодным средним приростом 31,4 млн. м<sup>3</sup>. По прогнозу к 2015 г. они достигнут 1700 млн. м<sup>3</sup>. На долю молодняков приходится 20,2%, средневозрастных – 48,4%, припевающих – 20,7%, спелых – 10,7%. Доля спелых лесов в стране к 2015 и 2020 гг. соответственно составит 12 и 18%, что значительно увеличит расчетную лесосеку. На душу населения приходится 170 м<sup>3</sup> древесных запасов, что в 2,3 раза больше, чем по мировому сообществу в целом.

В соответствии с экономическими, экологическими и социальными функциями леса Беларуси разделены на леса первой (51,4%) и второй (48,6%) группы. На долю особо охраняемых природных территорий и особо защитных участков приходится 25,5%. К 2015 г. она сократится до 24,6%. Процент лесистости по стране составляет более 38% и ожидается, что к 2015 г. он достигнет 40%. Основные лесобразующие породы сгруппированы в хозяйства: хвойные – 59,5%, твердолиственные – 4,1%, мягколиственные – 36,4%. Наибольшая площадь и запас в хвойном хозяйстве приходится на сосновые (4034,8 тыс. га, или 50,1%) и еловые (749,8 тыс. га, или 9,4%) насаждения. Наиболее ценные породы твердолиственного хозяйства – дуб (281,8 тыс. га, или 3,5%) и граб (23,2 тыс. га, или 1%). В мягколиственном хозяйстве 1852,7 тыс. га (23%) занимают березняки, 171,4 тыс. га (2,1%) – осинники, 689,4 тыс. га (8,6%) – ольховые насаждения.

Все леса находятся в собственности государства. Чистые леса занимают 78,3% от общей площади, леса, расположенные в I зоне

загрязнения ( $1-5 \text{ Ки/км}^2$ ), – 15,1%, во II зоне ( $5-15 \text{ Ки/км}^2$ ) – 3,7%, в III зоне ( $15-40 \text{ Ки/км}^2$ ) – 2,1% и IV зоне ( $>40 \text{ Ки/км}^2$ ) – 0,8%. Средний запас насаждений на 1 га сегодня составляет  $199 \text{ м}^3$ , а в спелых и перестойных лесах –  $257 \text{ м}^3$ . Средний возраст лесов равен 52 годам, а их средняя полнота – 0,7.

Основным лесфондодержателем в республике является Министерство лесного хозяйства, в лесном фонде которого заготавливается более 90% всего объема древесины. Объемы заготовки древесины в лесах лесного фонда Минлесхоза при проведении рубок главного пользования предприятиями Минлесхоза, концерна «Беллесбумпром» и прочими лесозаготовителями приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Объемы заготовки древесины в лесах лесного фонда Минлесхоза  
от рубок главного пользования в 2011–2015 гг.**

ГПЛХО	Годы	Расчетная лесосека	Объемы заготовки древесины, тыс. м <sup>3</sup>				Процент освоения
			Всего	В том числе			
				МЛХ	концерн	прочие	
Брестское	2011	917,4	810	260	350	200	88,3
	2012	1 052,0	940	290	400	250	89,4
	2013	1 052,0	980	330	400	250	93,2
	2014	1 052,0	1 010	370	400	240	96,0
	2015	1 126,2	1 090	410	400	280	96,8
Витебское	2011	1 937,2	1 540	630	680	230	79,5
	2012	1 937,2	1 620	650	730	240	83,6
	2013	1 937,2	1 725	690	800	235	89,0
	2014	1 937,2	1 800	740	810	250	92,9
	2015	1 979,6	1 850	790	810	250	93,5
Гомельское	2011	1 817,3	1 520	480	880	160	83,6
	2012	1 921,6	1 650	530	900	220	85,9
	2013	2 281,7	1 965	580	935	450	86,1
	2014	2 430,4	2 125	630	935	560	87,4
	2015	2 430,4	2 245	690	935	620	92,4
Гродненское	2011	761,8	710	260	210	240	93,2
	2012	761,8	720	280	230	210	94,5
	2013	761,8	740	320	230	190	97,1
	2014	761,8	740	330	230	180	97,1
	2015	761,8	740	340	230	170	97,1
Минское	2011	1 517,2	1 410	570	620	220	92,9
	2012	1 790,8	1 670	600	670	400	93,3
	2013	1 915,5	1 800	630	690	480	94,0
	2014	1 915,5	1 840	660	690	490	96,1
	2015	1 915,5	1 870	720	690	460	97,6

Окончание табл. 2.1

ГПЛХО	Годы	Расчетная лесосека	Объемы заготовки древесины, тыс. м <sup>3</sup>				Процент освоения
			Всего	В том числе			
				МЛХ	концерн	прочие	
Могилевское	2011	1 196,1	1 100	600	450	50	92,0
	2012	1 196,1	1 105	625	450	30	92,4
	2013	1 196,1	1 110	640	450	20	92,8
	2014	1 526,2	1 435	670	595	170	94,0
	2015	1 926,1	1 835	710	595	530	95,3
Итого	2011	8 147,0	7 090	2 800	3 190	1 100	87,0
	2012	8 659,5	7 705	2 975	3 380	1 350	89,0
	2013	9 144,3	8 320	3 190	3 505	1 625	91,0
	2014	9 623,1	8 950	3 400	3 660	1 890	93,0
	2015	10 139,6	9 630	3 660	3 660	2 310	95,0

Как видно из табл. 2.1, лесхозы планируют увеличить объем рубок главного пользования с 2800 тыс. м<sup>3</sup> в 2011 г. до 3660 тыс. м<sup>3</sup> в 2015 г. Нарращивают лесозаготовительные мощности и предприятия концерна «Беллесбумпром», выполняющие в основном рубки главного пользования. Так, увеличение объемов заготовки древесины концерном прогнозируется с 3190 тыс. м<sup>3</sup> в 2011 г. до 3660 тыс. м<sup>3</sup> в 2015 г. В целом по всем видам рубок заготовка древесины организациями Минлесхоза к 2015 г. прогнозируется на уровне 9000 тыс. м<sup>3</sup> (рис. 2.1), а всеми предприятиями по стране – свыше 17 000 тыс. м<sup>3</sup>.



Рис. 2.1. Прогноз заготовки древесины организациями Минлесхоза до 2015 г.

Размер расчетной лесосеки увеличится на 114,7% по сравнению с 2011 г. и к 2015 г. достигнет 11 млн. м<sup>3</sup>. Несплошные рубки в общем объеме главного пользования составят в 2014–2015 гг. 17–19% от вырубаемого запаса. Преобладают постепенные рубки в хвойных древостоях: от 62 (Могилевская область) до 80% (Гродненская область) от доли вырубаемого запаса.

Для обеспечения имеющихся в стране и строящихся энергоисточников на основе использования местных видов топлива к 2015 г. годовой объем производства организациями Минлесхоза древесной топливной щепы составит около 426,6 тыс. т условного топлива, или 1600 тыс. пл. м<sup>3</sup>. В качестве сырья для производства древесной топливной щепы планируется использовать дрова (до 7 млн. м<sup>3</sup> в 2020 г.), отходы лесозаготовок (около 0,5 млн. м<sup>3</sup>) и деревообработки (приблизительно 1,5 млн. м<sup>3</sup>), древесину быстрорастущих пород (в основном ольху серую до 1 млн. м<sup>3</sup> в год).

## 2.2. Лесоэксплуатационная характеристика

Применительно к организации лесопользования в Республике Беларусь необходимость анализа условий произрастания насаждений обусловлена возможностью их последующего освоения. На основании материалов, характеризующих лесные территории страны (почвенные карты, планы лесонасаждений), изучения несущей способности почвы, математической обработки литературных и экспериментальных данных предложены четыре типа местности, включающие пять экологических групп, и дана характеристика эксплуатационных показателей каждого типа. Каждому типу местности (категории почвенно-грунтовых условий) соответствуют свои серии типов леса, типы условий местопроизрастания и почвенно-типологические группы (ПТГ), все более широко используемые в лесоустроительном проектировании. Анализ типологических закономерностей производился на основе имеющихся таксационных материалов.

К *первому типу местности* (категории) отнесены леса на песчаных и супесчаных галечниковых и каменистых почвах недостаточного и без избыточного увлажнения.

*Второй тип местности* включает леса на песчаных, супесчаных и с мелкими суглинками почвах повышенного увлажнения.

В периоды весенней и осенней распутицы несущая способность их падает, но летние осадки на проходимость машин влияют незначительно.

К *третьему типу местности* отнесены леса на суглинистых и глинистых почвах, которые резко снижают несущую способность при избыточном увлажнении в любой период года. Тракторы быстро разрушают растительный слой и образуют глубокие колеи на волоках.

*Четвертый тип местности* представляют переувлажненные (глеевые) минеральные и торфяно-болотные почвы, наиболее неблагоприятные для лесоэксплуатации. Учитывая, что разработка таких лесосек ограничивается несущей способностью грунтов и доступностью освоения, четвертый тип местности разбит на два подтипа: IV.1 – леса на минеральных глеевых и оторфованных почвах с мощностью торфа до 50 см; IV.2 – леса на болотных почвах мощностью торфа более 50 см. В табл. 2.2 приведено распределение типов местности по областям с указанием площади в процентах.

В составе Государственного лесного фонда избыточно увлажненных земель насчитывается 1489,1 тыс. га, что составляет около 16% площади земель, находящихся в ведомстве Гослесфонда, или 36,1% заболоченных земель республики.

Таблица 2.2

**Распределение типов местности по областям**

ГПЛХО	Площадь, %, в зависимости от типа местности				
	I	II	III	IV.1	IV.2
Брестское	38,3	31,1	7,6	11,3	11,7
Могилевское	34,7	45,7	6,8	6,5	6,3
Минское	36,8	41,9	4,1	8,7	8,5
Гомельское	43,6	33,8	7,9	8,3	6,4
Гродненское	51,8	36,5	3,3	4,3	4,1
Витебское	18,4	41,8	10,5	15,0	14,3
Итого по республике	37,2	38,5	6,7	9,1	8,5

Связь выделенных типов местности с экологической группой, серий типов леса, эдафотопом, номерами почвенно-типологических групп (ПТГ) представлена в табл. 2.3, а их несущая способность – в табл. 2.4.

Таблица 2.3

**Классификация лесных территорий по типам местности**

Тип местности	Экологическая группа	Серии типов леса	Эдафотоп	Номер ПТГ
I	Леса на песчаных и супесчаных почвах недостаточного и нормального увлажнения	Лш. Вер. Бр. Мш. Ор.	A1, A2, B2, C2	1–11
II	Леса на песчаных и супесчаных почвах повышенного увлажнения	Кис. Чер.	A3, B3, C3	12, 13, 16–23, 25, 27, 28
III	Леса на суглинистых и глинистых почвах	Ор. Кис. Сн. Кр.	C2, C3, Д2, Д3	14, 15, 24
IV	Леса на минеральных глеевых и оторфованных почвах с мощностью торфа до 50 см	Дм. Пр.-тр. Тав. Кас. Ив.	A4, A5, B4, B5, C4, C5	26, 29, 30, 31, 34, 35
	Леса на болотных почвах с мощностью торфа более 50 см	Сф. Ос. Баг. Тав. Бол.-пап.	A5, B5, C5	32, 33, 36, 37, 38, 39, 40

Таблица 2.4

**Эксплуатационные показатели типов местности**

Тип местности	Уровень грунтовых вод, м	Несущая способность, кПа	Сезон разработки лесосек
I	2,5 и более	70–200	На протяжении года
II	0,5–2,5	40–70	Лето, зима, сухая осень
III	0,5 и более	30–60	Лето, зима
IV	0–1,0	20–30	Сухое лето, зима
	0–0,5	<20	Зима

Поскольку технология лесосечных работ и типы машин для равнинных и холмистых условий совершенно различны, большой практический интерес представляет распределение лесных площадей по их рельефу (табл. 2.5). На основании данных перечета лесосечного фонда с использованием картографических материалов

по крутизне склонов выделено три градации местности: 0–10°, 11–15° и более 15°, так как анализ работы существующих машин показал, что большинство из них работает без ограничений по рельефу в течение всего года при крутизне склонов до 10°. При большей крутизне (до 15°) тракторы могут работать, но с ограничениями по силе тяги и устойчивости. В холмистой местности при крутизне более 15° возможна с ограничениями работа гусеничных машин либо требуется применение специальных трелевочных средств.

Таблица 2.5

**Характеристика лесных площадей по рельефу**

Области	Тип рельефа, %, в зависимости от крутизны склонов		
	до 10°	11–15°	более 15°
Брестская	99,3	0,7	–
Могилевская	98,2	1,6	0,2
Минская	97,7	1,7	0,6
Гомельская	99,0	0,6	0,4
Гродненская	98,8	0,8	0,4
Витебская	96,2	2,5	1,3

Для рационального использования лесных машин и выбора технологий их работы важную роль играет площадь лесосек. Наибольшую актуальность этот показатель приобретает при эксплуатации высокопроизводительных машинных комплексов «харвестер – форвардер». Как видно из табл. 2.6, средняя площадь лесосек, отводимых в рубку, незначительна и составляет 4,8 га.

Таблица 2.6

**Средняя площадь лесосек, отводимых в рубку**

ГПЛХО	Средняя площадь хвойных лесосек, га	Средняя площадь лиственных лесосек, га	Общая площадь, га
Брестское	5,2	7,1	6,2
Витебское	3,8	5,7	4,8
Гомельское	4,2	6,1	5,2
Гродненское	3,5	5,2	4,4
Минское	3,2	4,9	4,1
Могилевское	3,7	5,4	4,6
Итого по республике	3,9	5,7	4,8

Крупномерность деревьев для лесозаготовительных целей оценивается их диаметром ( $D$ ), объемом хлыста ( $V$ ), длиной ( $L$ ). Наибольший интерес представляет объем дерева (хлыста), так как он является интегральным показателем. Важное теоретическое и практическое значение средний объем хлыста представляет и потому, что он является главным нормообразующим фактором для большинства лесозаготовительных операций. От него зависят удельная трудоемкость заготовки лесоматериалов и мощностные характеристики машин. При машинной валке и обрезке сучьев важное значение имеет диаметр, являющийся лимитирующим параметром для длины пильной шины, величины раскрытия сучкорезных ножей и др. Длина ствола оказывает определенное влияние на выбор технологической схемы разработки пасеки, лесосеки, его раскроя на сортименты. В табл. 2.7 приведено распределение деревьев по длинам и диаметрам в разрезе областей по породам. Данная и другие таблицы составлены на основе материалов лесоустройства, представленных РУП «Белгослес».

Таблица 2.7

**Распределение деревьев по длинам и диаметрам в разрезе ГПЛХО**

Насаждения	Процент деревьев, имеющих диаметр $D$ и длину $L$			
	$D$ до 15 см, $L$ = 14–17 м	$D$ = 15–19 см, $L$ = 18–20 м	$D$ = 20–25 см, $L$ = 21–23 м	$D$ = 26 см и более, $L$ = 24 м и более
<b>Брестское ГПЛХО</b>				
Хвойные	28,7	49,4	19,4	2,5
Твердолиственные	20,1	60,5	14,2	5,2
Мягколиственные	5,4	66,9	19,9	7,8
<b>Витебское ГПЛХО</b>				
Хвойные	12,6	45,8	31,7	9,9
Твердолиственные	21,1	78,9	—	—
Мягколиственные	4,0	45,8	31,7	17,0
<b>Гомельское ГПЛХО</b>				
Хвойные	25,4	48,7	21,8	4,1
Твердолиственные	17,3	36,3	34,8	11,6
Мягколиственные	6,4	61,3	21,0	11,3
<b>Гродненское ГПЛХО</b>				
Хвойные	29,7	46,9	18,4	5,0
Твердолиственные	26,0	60,3	8,3	5,4
Мягколиственные	4,8	71,9	16,9	6,4



Окончание табл. 2.7

Насаждения	Процент деревьев, имеющих диаметр $D$ и длину $L$			
	$D$ до 15 см, $L = 14-17$ м	$D = 15-19$ см, $L = 18-20$ м	$D = 20-25$ см, $L = 21-23$ м	$D = 26$ см и более, $L = 24$ м и более
Минское ГПЛХО				
Хвойные	24,0	49,1	21,9	5,0
Твердолиственные	26,7	53,3	16,1	3,9
Мягколиственные	5,2	61,5	21,7	11,6
Могилевское ГПЛХО				
Хвойные	23,4	54,8	18,1	3,7
Твердолиственные	49,1	30,5	7,3	13,1
Мягколиственные	5,5	61,6	18,9	14,0
Итого по Республике Беларусь				
Хвойные	24,0	49,1	21,9	5,0
Твердолиственные	26,7	53,3	16,1	3,9
Мягколиственные	5,2	61,5	21,7	11,6

Эксплуатационные показатели деревьев в разрезе классов крупности представлены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

## Эксплуатационные показатели деревьев

Класс крупности	Параметры деревьев		
	диаметр, см	высота, м	объем ствола, м <sup>3</sup>
Молодняки и мелколесье	До 15	До 17	0,14–0,17
Маломерные	До 19	До 20	0,18–0,21
Среднемерные	До 22	До 23	0,22–0,29
Крупномерные	Более 23	Более 24	0,30–0,45

Как видно из табл. 2.7 и 2.8, деревья, отнесенные к особо крупным, т. е. у которых  $V_{\text{хл}} = 0,46 \text{ м}^3$  и более, составляют в лесосечном фонде нашей страны около 2%, что позволяет ориентироваться на применение лесных машин, выполненных на базе тракторов тяговых классов от 0,6 до 4 с максимальными габаритами по ширине не более 3,1 м.

Независимо от возраста для любой породы существует значительный интервал возможной высоты дерева в зависимости от

класса бонитета (условий произрастания). Например, высота сосны в возрасте рубки 105 лет может быть от 12,3 до 41,9 м, а березы в 65 лет (возраст рубки главного пользования) – 14,7–35,6 м. В этой связи при обосновании параметров лесозаготовительных машин и для различных условий произрастания целесообразно иметь наиболее вероятные величины объемов хлыста  $V_{хл}$ , его высоты  $h$  и диаметра  $d$ . По таблицам хода роста нормальных древостоев вычислены эти величины для главных лесообразующих пород в зависимости от возраста и класса бонитета.

Анализ характеристик рассматриваемых древостоев позволяет выявить ряд зависимостей между приведенными параметрами применительно к различным лесорастительным условиям страны. Функции, соответствующие зависимости средней высоты ( $h_{ср}$ , м) и среднего диаметра на высоте груди ( $d_{ср}$ , см) деревьев различных пород от возраста древостоя ( $n$ ) и класса бонитета, приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9

**Регрессионные зависимости между параметрами древостоев**

Функция	Класс бонитета	Уравнение регрессии	Коэффициент достоверности аппроксимации
Сосна			
$h_{ср} = f(n)$	Ia	$h_{ср} = -0,0018n^2 + 0,495n + 1,704$	0,998
	I	$h_{ср} = -0,0015n^2 + 0,428n + 1,774$	0,998
	II	$h_{ср} = -0,0013n^2 + 0,378n + 1,394$	0,999
	III	$h_{ср} = -0,0012n^2 + 0,344n - 0,038$	0,999
$d_{1,3} = f(n)$	Ia	$d_{ср} = -0,0011n^2 + 0,438n + 1,18$	0,999
	I	$d_{ср} = -0,0008n^2 + 0,387n + 0,37$	1,0
	II	$d_{ср} = -0,0008n^2 + 0,362n - 1,616$	0,999
	III	$d_{ср} = -0,0007n^2 + 0,351n - 2,942$	0,999
Ель			
$h_{ср} = f(n)$	Ia	$h_{ср} = -0,0015n^2 + 0,469n + 0,323$	0,999
	I	$h_{ср} = -0,0015n^2 + 0,436n + 0,427$	0,998
	II	$h_{ср} = -0,0014n^2 + 0,411n + 1,505$	0,999
$d_{1,3} = f(n)$	Ia	$d_{ср} = -0,0013n^2 + 0,45n + 1,205$	0,999
	I	$d_{ср} = -0,0012n^2 + 0,418n - 1,806$	0,999
	II	$d_{ср} = -0,001n^2 + 0,354n - 1,587$	1,0

Окончание табл. 2.9

Функция	Класс бонитета	Уравнение регрессии	Коэффициент достоверности аппроксимации
Береза			
$h_{cp} = f(n)$	Ia	$h_{cp} = -0,003n^2 + 0,519n + 4,747$	0,997
	I	$h_{cp} = -0,0026n^2 + 0,503n + 4,019$	0,998
	II	$h_{cp} = -0,0023n^2 + 0,449n + 3,332$	0,996
	III	$h_{cp} = -0,002n^2 + 0,356n + 3,719$	0,983
	IV	$h_{cp} = -0,002n^2 + 0,318n + 1,208$	0,995
$d_{1,3} = f(n)$	Ia	$d_{cp} = -0,0009n^2 + 0,376n + 3,846$	0,999
	I	$d_{cp} = -0,0006n^2 + 0,322n + 3,266$	0,999
	II	$d_{cp} = -0,0008n^2 + 0,319n + 2,023$	0,999
	III	$d_{cp} = -0,0009n^2 + 0,314n + 1,166$	0,999

На рис. 2.2 представлены графические зависимости изменения среднего объема хлыста в метрах кубических от вышеуказанных параметров.

Зная приведенные выше характеристики отдельного дерева и, в частности средний диаметр дерева и (или) значение среднего объема хлыста, используя следующие зависимости, легко найти диаметр дерева в плоскости реза.

Связь между диаметром дерева в комле  $d_o$  и средним диаметром  $d_{1,3}$  (на высоте груди) выражается следующей формулой:

$$d_o^2 = \frac{d_{1,3}^2 H}{H - 1,3}. \quad (2.1)$$

В свою очередь средний диаметр  $d_{1,3}$  и средний объем хлыста  $V_{хл}$  в конкретном случае связаны между собой выражением вида

$$V_{хл} = f \frac{\pi d_{1,3}^2 H}{4}, \quad (2.2)$$

где  $f$  – видовое число, зависящее от коэффициента формы ствола;  $H$  – высота дерева, м.

Далее из формулы (2.2) можно выразить  $d_{1,3}$  и подставить в уравнение (2.1):

$$d_o^2 = \frac{4V_{хл}}{\pi f (H - 1,3)}. \quad (2.3)$$

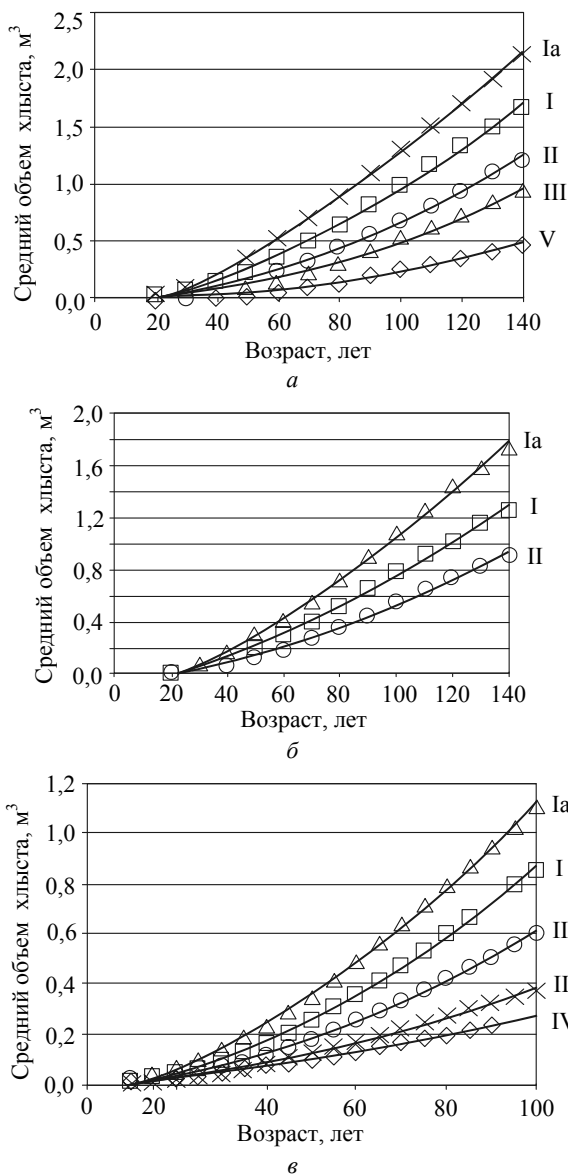


Рис. 2.2. Зависимость среднего объема хлыста от возраста для различных классов бонитета:  
*a* – сосна; *б* – ель; *в* – береза

Для простоты инженерных расчетов можно воспользоваться табл. 2.10, устанавливающей зависимость между диаметрами  $d_0$  и  $d_{1,3}$ .

Таблица 2.10

**Значения диаметра дерева в плоскости реза и его среднего диаметра по породам**

Закомелистость	Значения $d_0$ для ствола диаметром $d_{1,3}$ , см											
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	50
Сосна, ель												
Средняя	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Большая	11	18	22	28	34	39	45	50	56	62	67	73
Береза, осина												
Средняя	10	14	19	24	29	34	38	43	48	53	58	62
Большая	11	15	21	26	32	37	42	47	53	58	64	68

По данным Н. П. Анучина,  $d_0$  изменяется от  $1,14d_{1,3}$  до  $1,36d_{1,3}$  для ели и от  $1,16d_{1,3}$  до  $1,38d_{1,3}$  для сосны, а в среднем составляет для ели  $1,25d_{1,3}$ , для сосны –  $1,27d_{1,3}$ , для березы –  $1,21d_{1,3}$  и для осины –  $1,16d_{1,3}$ .

Для определения параметров харвестерной головки необходимо знать взаимосвязь между средним объемом хлыста, средним диаметром хлыста и размерами сучьев (табл. 2.11).

Таблица 2.11

**Средние и максимальные размеры сучьев**

Средний объем хлыста (в коре), м <sup>3</sup>	Средний диаметр $d_{1,3}$ , см	Средний диаметр сучьев, см			Максимальный диаметр сучьев, см		
		сосна	ель, пихта	береза	сосна	ель, пихта	береза
0,14	15,0	2,5	1,3	2,9	9,5	4,2	8,8
0,22	17,2	2,8	1,5	3,1	11,0	4,8	10,5
0,30	20,0	3,2	1,7	3,3	11,5	6,4	12,2
0,40	22,0	3,4	2,0	3,7	12,0	6,8	13,0
0,50	24,0	3,7	2,1	4,1	12,5	7,2	13,5
0,76	29,0	4,3	—	—	16,0	—	—
1,11	33,0	—	—	—	17,0	—	—

Выполненная лесозэксплуатационная характеристика лесосырьевой базы Республики Беларусь позволяет провести оценку применимости лесных машин «Амкордор» на лесозаготовках в стране.

### 2.3. Оценка применимости лесных машин «Амкодор»

При решении вопросов выбора систем машин, масштабов их применения в рамках территориально-структурных подразделений, а также при оценке их экономической эффективности важно объективно оценить возможность освоения лесосеченого фонда этими машинами исходя из их технических и технологических возможностей. Для оценки возможности освоения лесными машинами «Амкодор» отведенного в рубку лесосеченого фонда введем понятие коэффициента применимости  $K^{np}$ .

**Коэффициент применимости** – безразмерная величина, характеризующая возможность освоения заданного лесосеченого фонда машиной при соблюдении условий ее рационального функционирования и соблюдения лесоводственно-экологических требований. При этом принимается, что если машина, входящая в систему, не имеет ограничений, обусловленных соотношением ее технических возможностей и лесозексплуатационных условий, то значение  $K^{np}$  равно 1. Если же работа машины в рассматриваемых условиях невозможна, например, из-за большой крутизны склонов или при диаметре дерева большем, чем позволяет спилить захватно-срезающее устройство, то значение этого коэффициента будет равным 0. При частично возможных условиях работы машины (системы машин) значение коэффициента применимости данной машины будет находиться в пределах  $0 \leq K^{np} \leq 1$ .

В зависимости от анализируемого периода работы, при котором условия функционирования лесной машины, характеризующиеся теми или иными факторами, могут изменяться, значение  $K^{np}$  можно рассматривать как постоянную величину, либо как функцию времени. Приняв за временной интервал одну смену, вероятнее всего значение  $K^{np}$  машины будет величиной постоянной, если год – то оно будет изменяться по сезонам года и, в первую очередь, из-за изменения несущей способности грунтов.

Принимая во внимание лесозексплуатационную характеристику лесосеченого фонда страны (см. подразд. 2.2), технические характеристики лесных машин «Амкодор», выразим условия их предпочтительного использования за год через коэффициент применимости (табл. 2.12). Классификация природных условий отвечает общепринятой в СНГ, за исключением крупномерности леса. Учитывая

специфику лесосечного фонда страны, к мелким относятся насаждения со средним объемом хлыста до  $0,2 \text{ м}^3$ , к средним – с объемом хлыста  $0,21\text{--}0,50 \text{ м}^3$ , к крупным – с объемом хлыста более  $0,5 \text{ м}^3$ . Рельеф местности с крутизной склонов до  $15^\circ$  относится к равнинному, свыше  $15^\circ$  – к холмистому.

Таблица 2.12

**Коэффициенты применимости машин «Амкодор»**

Марка машины	Значение коэффициента применимости $K^{\text{пр}}$									
	Рельеф местности		Тип почвенно-грунтовых условий					Крупномерность леса		
	равнин- ный	холмис- тый	I	II	III	IV.1	IV.2	мел- кий	сред- ний	круп- ный
Амкодор 2541	1	0*	1	1	0*	0	0	1	1	0
Амкодор 2551	1	0*	1	1	1	0*	0	0*	1	1
Амкодор 2583	1	0**	1	1	1	1	0*	0*	1	1
Амкодор 2243С	1	0	1	1	0*	0	0	1	0*	0
Амкодор 2641	1	0**	1	1	0*	0	0	1	1	0*
Амкодор 2661-01	1	0**	1	1	0*	0	0	0*	1	1
Амкодор 2652	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
Амкодор 2662-01	1	0**	1	1	0*	0	0	0*	1	1
Амкодор 2682-01	1	0**	1	1	1	0*	0*	0*	1	1
Амкодор 2661-02	1	0**	1	1	1	0*	0	0*	1	1
Амкодор 2243В	1	0**	1	1	1	0*	0	0*	1	1
Амкодор 2243	1	0	1	1	0*	0	0	1	1	1
Амкодор 352Л	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
Амкодор 2902	1	0	1	1	0*	0	0	1	1	0*
Амкодор 2904	1	0	1	1	0*	0	0	1	0*	0*
Амкодор 2061	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1

*Примечание.* 1 – работа возможна без ограничений; 0 – работа невозможна; 0\* – работа возможна, но с меньшей эффективностью; 0\*\* – работа возможна с ограничениями по силе тяги и по устойчивости.

Следует отметить, что совершенствование планирования рубок по кварталам года, практика разработки заболоченных лесосек зимой, применение технологий, обеспечивающих выстилку волоков порубочными остатками, введение в систему машин бензиномоторных пил и др. расширяют объемы возможного применения большинства рассматриваемых лесных машин «Амкодор».

По величине коэффициента применимости можно судить о перспективности и целесообразности использования (закупки, выпуска)

лесозаготовительных машин или систем машин в конкретных природно-производственных условиях.

Если необходимо определить объемы освоения машиной (системой машин) лесосечного фонда применительно к рассматриваемому региону (области) или производственному структурному подразделению (лесхозу) более детально, можно воспользоваться следующей методикой.

Представим совокупность природно-производственных условий лесхоза в виде множества  $A$ . Оно включает в себя подмножества:  $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$  – несущая способность грунта;  $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$  – средний объем хлыста;  $D = \{d_1, d_2, d_3\}$  – рельеф местности, т. е.  $A \subseteq B$ ,  $A \subseteq C$ ,  $A \subseteq D$ .

Здесь элементы подмножества  $b_1$ – $b_5$  соответственно представляют несущую способность грунтов I, II, III, IV.1, IV.2 типов, кПа;  $c_1$ – $c_5$  соответственно выражают следующие градации объемов хлыста, м<sup>3</sup>: 0,14–0,17; 0,18–0,21; 0,22–0,29; 0,30–0,45; 0,45 и более;  $d_1$ – $d_3$  соответственно отражают типы рельефа с уклоном: до 10°, 11–15°, более 15°.

В общем виде коэффициент применимости – это степень соответствия технических возможностей машины пересечению ( $A = B \cap C \cap D$ ) перечисленных выше подмножеств. Каждое подмножество содержит конечное число элементов, входящих в него, т. е. они являются счетными. Каждый из элементов определенного подмножества имеет свой удельный вес. Сочетание всех элементов множества конечно и носит многовариантный характер. При практических расчетах можно исключить сочетания элементов множества, не имеющих смысла в реальности. Тогда коэффициент применимости машины, например для лесхоза, может быть определен по формуле

$$K^{\text{np}} = \frac{\sum_{b=1}^5 K_b^{\text{np}} S_b}{\sum_{b=1}^5 S_b}, \quad (2.4)$$

где  $K_b^{\text{np}}$  – коэффициент применимости машины на категории грунта  $b_1$ – $b_5$ ;  $S_b$  – площадь лесфонда лесхоза с соответствующей категорией (несущей способностью) грунта, %.

С учетом сезона разработки лесосеки коэффициент применимости машины на  $b$ -й категории грунта рассчитывается по формуле

$$K_b^{\text{np}} = K_b^c K_c^{\text{np}} K_d^{\text{np}},$$



где  $K_b^c$  – коэффициент, характеризующий возможность эксплуатации машины на  $b$ -й категории грунта в течение года;  $K_c^{np}$ ,  $K_d^{np}$  – коэффициенты, учитывающие соответственно применимость машин по среднему объему хлыста и по типу рельефа.

Коэффициенты  $K_c^{np}$  и  $K_d^{np}$  вычисляются с помощью следующих формул:

$$K_c^{np} = \sum_{c=1}^5 f_c^{np} P_c; \quad K_d^{np} = \sum_{d=1}^3 f_d^{np} P_d,$$

где  $f_c^{np}$ ,  $f_d^{np}$  – коэффициенты, учитывающие возможность применения машины в рамках элементов подмножества соответственно среднего объема хлыста и рельефа местности. Их значения равны 0, когда использование машины невозможно, и 1, когда нет ограничивающих условий для применения;  $P_c$ ,  $P_d$  – удельный вес (доля площади) соответствующих элементов подмножества.

Зная коэффициент применимости машин, коэффициент применимости системы лесных машин  $K_{см}^{np}$  определяется по минимальному значению коэффициента машин, входящих в систему

$$K_{см}^{np} = K_n^{np} \rightarrow \min,$$

где  $K_n^{np}$  – коэффициент применимости  $n$ -й машины в системе.

В условиях нашей страны основным ограничивающим фактором использования лесозаготовительных машин в целом и «Амкодор» в частности является несущая способность грунтов или почвенно-грунтовые условия. В период мягкой зимы для полного освоения лесосечного фонда (тип местности IV.1 и IV.2), при разработке которого коэффициент применимости рассматриваемых машин не превышает 0,3, целесообразно использование мобильных канатных установок. Это наиболее актуально для Витебской и Брестской областей.



## Контрольные вопросы

1. Дайте общую характеристику лесосырьевой базы страны.
2. Как изменяется процент освоения расчетной лесосеки по областям и годам?

3. Назовите прогноз заготовки древесины до 2015 г. организациями Минлесхоза Республики Беларусь.
4. Дайте оценку сырьевой базы для производства древесной топливной щепы.
5. Что такое лесоэксплуатационная характеристика лесфонда?
6. Какая связь между типом местности, эдафотопом и серией типов леса?
7. Перечислите типы местности и их эксплуатационные показатели, которые Вы знаете.
8. Охарактеризуйте эксплуатационные показатели деревьев.
9. Что Вы знаете об оценке применимости лесных машин?
10. Дайте сравнительную оценку применимости машин «Амкодор».



### 3. ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ МАШИН С ЛЕСНОЙ СРЕДОЙ

---

#### 3.1. Показатели эколого-экономической совместимости лесных машин

Современное состояние природной среды выдвигает на первое место в ряду приоритетных проблем глобального масштаба экологическую проблему. Значительное место в ее формировании занимает лесной комплекс, использующий мощную технику, негативные последствия применения которой проявляются во всех природных средах.

Острая необходимость наращивания машинной заготовки леса, в том числе лесными машинами «Амкодор», и регулирования технологических, финансовых и экологических интересов природопользователей в контексте неистощительного лесопользования обусловили переход ведения лесного хозяйства и лесозаготовок на принципы устойчивого лесопользования.

Под **устойчивым лесопользованием** понимается использование лесных ресурсов и извлечение полезных свойств леса в конкретных целях, сохраняющее биологическое разнообразие и продуктивность лесов, обеспечивающее воспроизводство, жизнеспособность и устойчивость лесов, выполнение ими соответствующих экологических, экономических и социальных функций на местном, региональном и глобальном уровнях.

Основными принципами устойчивого лесопользования являются: постоянство пользования лесосырьевыми ресурсами; их неистощимость и равномерность; комплексность и рациональность пользования древесным сырьем.

Поскольку экономическое развитие не может быть обеспечено без надежной базы природных ресурсов и экологического

равновесия, решение данной проблемы затрагивает на макроуровне ряд *вопросов*:

- каковы наиболее эффективные механизмы обеспечения экономического развития и охраны окружающей среды;
- каковы экономические и экологические издержки и выгоды различных вариантов политических решений;
- как можно эффективно интегрировать охрану окружающей среды в процесс развития таких ключевых экономических секторов, как энергетика, транспорт, сельское и лесное хозяйство;
- каковы последствия экологической политики для международной торговли.

В числе проблемных *вопросов* любого предприятия, осуществляющего лесозаготовки, при эколого-ориентированном планировании (микроуровень) можно выделить следующие:

- 1) защита ресурсов (получение экологически проверенных ресурсов и обеспечение условий для воспроизводства новых);
- 2) предотвращение отрицательных воздействий на окружающую среду применяемой техники;
- 3) уменьшение отрицательных воздействий на окружающую среду машин и технологий;
- 4) производство безвредных изделий и полуфабрикатов.

В этой связи можно сформулировать следующие экологические *задачи* при проектировании и эксплуатации лесной техники:

- оптимизация технологических, инженерных и проектно-конструкторских решений, минимизирующих наносимый природной среде ущерб;
- прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий применяемых и проектируемых технологических процессов и машин для окружающей среды;
- своевременное выявление технологических процессов и машин, наносящих ущерб лесной среде, и их экологическая корректировка.

Очевидно, что помимо требований высокой производительности лесозаготовительных машин и стремления к более низкой удельной стоимости заготовки, позволяющей получить экономический эффект, на этапе проведения рубок ухода (промежуточное пользование) следует учитывать **требования по исключению повреждаемости деревьев и почвенного покрова**. На этапе рубок главного пользования – гарантировать **«экологическую совместимость»**, под которой понимается совокупность параметров машин и технологий,

обеспечивающих после рубки состояние лесосек, благоприятное для воспроизводства леса в соответствии со способом лесовозобновления.

Лесоводственно-экологическую оценку технологий рубок леса и лесозаготовительных машин производят путем сопоставления фактических показателей экологичности с нормативными. В качестве норматива показателя оценки используются предельно допустимые величины показателей. Оцениваемые технологии и соответствующие им системы машин подразделяются на три класса (таблица).

**Оценка класса технологий рубок и систем машин**

Класс оценки	Характеристика класса технологий и систем машин	Оценка машины (технологии)
1	Фактические параметры всех показателей лучше или совпадают с нормативными	Пригодны для применения без ограничений
2	Фактические параметры показателей хуже нормативных на величину, не превышающую точность их определения	Пригодны для применения в ограниченных условиях
3	Хотя бы один из фактических параметров хуже нормативного на величину, превышающую точность его определения	К применению не допускаются (как исключение, в особых условиях, по согласованию с органами лесного хозяйства)

Эколого-экономическая эффективность систем машин учитывает степень их экологической совместимости с лесной средой, которая выражается экологическим ущербом, наносимым машинами при разработке лесосеки.

Под **экологическим ущербом** (ЭУ) понимается доля затрат, необходимая для компенсации отрицательного воздействия систем машин на разрабатываемую лесосеку, превышающего регламентированные значения, установленные СТБ. Величина ЭУ для сплошной лесосечной рубки в рублях может быть определена из выражения

$$\text{ЭУ} = C_{\text{л.в}} k S_{\text{л}} + \text{Э}_{\text{а.в}} + \text{Э}_{\text{п}}, \quad (3.1)$$

где  $C_{\text{л.в}}$  – средняя себестоимость 1 га лесовозобновления, включающая стоимость подроста, руб.;  $k$  – коэффициент, учитывающий долю увеличения затрат, необходимых на лесовозобновление в зависимости от степени повреждения элементов лесной экосистемы;  $S_{\text{л}}$  – площадь разрабатываемой лесосеки, га;  $\text{Э}_{\text{а.в}}$  – величина ущерба от

загрязнения атмосферного воздуха на лесосеке, руб.;  $\mathcal{E}_\Pi$  – величина ущерба от загрязнения почвы, руб.

Коэффициент, учитывающий долю увеличения затрат, необходимых на лесовозобновление, находится из формулы

$$k = k_\beta k_{x.o} k_3, \quad (3.2)$$

где  $k_\beta$  – коэффициент, учитывающий степень повреждения почвы:

$$k_\beta = 1 + \frac{3_\beta}{C_{л.в}}, \quad (3.3)$$

здесь  $3_\beta$  – затраты, необходимые на лесовозобновление в зависимости от числа проходов машины по волоку, руб.;  $k_{x.o}$  – коэффициент хозяйственного освоения, учитывающий заболоченность лесосеки (для I и II типов местности  $k_{x.o} = 1$ , для III – 0,8, IV – от 0,4 до 0,6);  $k_3$  – коэффициент, учитывающий категорию защитности лесов (для лесов II группы  $k_3 = 1$ , I группы – 1,5, для особо охраняемых территорий  $k_3 = 2$ ).

Величина ущерба от загрязнения атмосферного воздуха при эксплуатации лесных машин вычисляется по формуле

$$\mathcal{E}_{a.в} = \sum_{\psi=1}^l C_{н\psi} M_{в\psi}, \quad (3.4)$$

где  $C_{н\psi}$  – ставка налога за 1 т выброса вредных веществ  $\psi$ -й машиной, руб.;  $M_{в\psi}$  – масса выброса вредных веществ  $\psi$ -й машиной (на лесосеке), т;  $l$  – число машин, занятых в системе.

Ущерб от загрязнения почвы определяется соотношением

$$\mathcal{E}_\Pi = 0,1 \mathcal{E}_{a.в}. \quad (3.5)$$

При проведении сплошных рубок с сохранением подроста показатель  $C_{л.в}$  рассчитывается по формуле

$$C_{л.в} = C_{б.п} + \Pi_\Pi \left( \frac{100 - a}{100} \right), \quad (3.6)$$

где  $C_{б.п}$  – средняя себестоимость 1 га лесовозобновления без стоимости подроста, руб.;  $\Pi_\Pi$  – цена подроста, необходимого для возобновления 1 га, руб.;  $a$  – процент сохранившегося жизнеспособного подроста.

Анализ полученных результатов показал, что экологический ущерб оказывает существенное влияние на экономический эффект

от работы систем машин, снижая его величину на 7–25%. Более перспективными являются колесные системы машин, включающие форвардеры «Амкодор 2662 и 2682» и харвестеры «Амкодор 2551 и 2541», а среди технологий – сортиментная заготовка древесины. Так, экологический ущерб от применения специализированного форвардера с колесной формулой 6К6 на 15% меньше по сравнению с колесным шарнирно-сочлененным трелевочным трактором с канатно-чокерным оборудованием, на 26% меньше по сравнению с трелевочным трактором с жесткой рамой и на 52% меньше по сравнению с гусеничным трелевочным трактором (типа ТЛТ-100). Принятый на ОАО «Амкодор» подход на разработку специализированных колесных многооперационных машин с шарнирно-сочлененной рамой и гидравлической трансмиссией является экономически и экологически оправданным.

### 3.2. Воздействие машин на лесные экосистемы

Степень негативного воздействия лесных машин на лесные экосистемы, в первую очередь, зависит от конструкций и систем машин, применяемых технологий заготовки древесины, климатических, лесорастительных и других факторов.

По характеру и величине воздействий на лесные экосистемы при проведении лесозаготовительных работ наиболее значимыми из них являются *механическое* и *ингредиентное (химическое) воздействия*, которые можно разделить на следующие группы:

- 1) повреждения стволовой части дерева и корневой шейки (разрыв и обдир коры, облом сучьев, ошмыги крон, слом вершин);
- 2) повреждения корней (видимые и невидимые переломы, разрывы корней, обдиры корневой коры);
- 3) повреждения почвенного покрова (уплотнение почвы с ухудшением питательных функций корневых систем, образование колеи и эрозия);
- 4) химические загрязнения, обусловленные попаданием топлива, масел и выхлопных газов в лесную экосистему.

К ним можно добавить менее существенные, но имеющие место воздействия лесной техники – *параметрическое* (потери энергии, выбросы тепла, шум, вибрация, электромагнитные излучения) и

**экологическое** (уменьшение продуктивности и депрессия лесных экосистем, сокращение мест обитания, гибель живых организмов).

Учитывая, что в процессе лесозаготовки задействованы ряд машин, отличающихся по конструкции, весовым и размерным характеристикам, реализующие различные технологии в конкретных природно-производственных условиях, их взаимосвязи с целью минимизации воздействия на окружающую среду показаны на рис. 3.1.

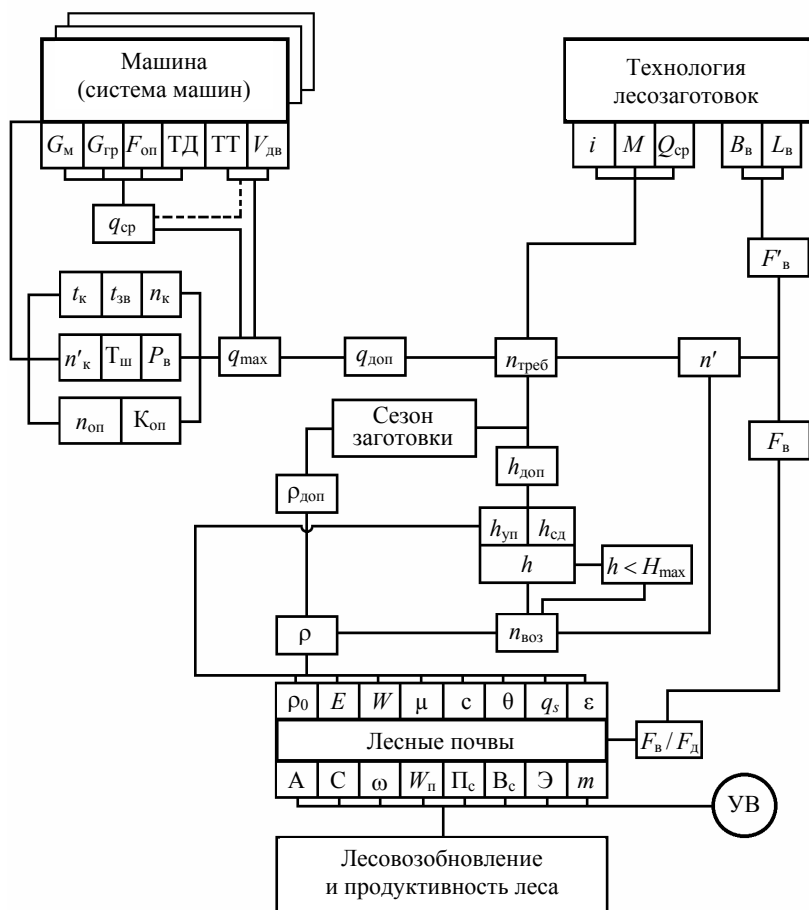


Рис. 3.1. Структурная схема взаимодействия системы «машина – технология – лесные экосистемы – лесовозобновление»



Представляя в комплексе проблему экологической совместимости машин для заготовки древесины и лесной среды, рассмотрим характер и структуру связей внутри данной системы с позиций создания наиболее благоприятных условий для лесовозобновления. Здесь возможны варианты. Например, когда лесовозобновление обеспечивается за счет сохранения достаточного количества подроста главной породы. Тогда параметры и связи системы настраиваются на минимизацию повреждений поверхности почвы и подроста. Или когда лесовозобновление происходит за счет последующего возобновления главной породы. Тогда система настраивается на режим, при котором обеспечивается уплотнение почвы ниже пороговых значений для данной породы.

На рис. 3.1 приняты следующие обозначения:  $G_m$  – вес машины, кН;  $G_{гр}$  – вес груза, кН;  $F_{оп}$  – площадь опорной поверхности движителя,  $m^2$ ; ТД – тип движителя; ТТ – тип трансмиссии;  $V_{дв}$  – средняя скорость движения машины по лесосеке, м/с;  $q_{ср}$  – среднее (удельное) давление, кПа;  $q_{max}$  – максимальное давление, кПа;  $q_{доп}$  – допустимое нормативное давление, кПа;  $t_k$  – шаг опорных катков, м;  $t_{зв}$  – шаг звеньев гусеницы, м;  $n_k$  – число опорных катков;  $n'_k$  – число колес;  $T_{ш}$  – тип шины;  $P_b$  – давление воздуха в шине, кПа;  $n_{оп}$  – число опор;  $K_{оп}$  – конструкция опоры;  $h$  – глубина колеи, м;  $h_{доп}$  – допустимая лесоводственно-экологическими требованиями глубина колеи, м;  $h_{уп}$  – глубина колеи от деформации уплотнений, м;  $h_{сд}$  – глубина колеи от деформации сдвига, м;  $\rho$  – плотность грунта колеи в результате воздействия машины,  $г/см^3$ ;  $\rho_{доп}$  – пороговое значение плотности для произрастания семян воспроизводимой породы,  $г/см^3$ ;  $\rho_0$  – начальная плотность почвы (грунта),  $г/см^3$ ;  $E$  – модуль деформации почвы, кПа;  $W$  – влажность грунта, %;  $\mu$  – коэффициент поперечного расширения;  $c$  – связность грунта, кПа;  $\theta$  – угол внутреннего трения частиц грунта;  $q_s$  – предел несущей способности грунта, кПа;  $\varepsilon$  – уплотняемость почвы;  $A$  – аэрация почвы;  $C$  – скважность;  $\omega$  – влагоемкость;  $W_p$  – водопроницаемость;  $P_c$  – поверхностный сток;  $B_c$  – внутрипочвенный сток;  $\mathcal{E}$  – эрозия;  $m$  – степень минерализации;  $H_{max}$  – клиренс машины, м;  $n_{воз}$  – возможное количество проходов;  $n_{треб}$  – требуемое число проходов;  $n'$  – отношение  $n_{треб} / n_{воз}$ ;  $i$  – интенсивность рубки, %;  $M$  – запас (объем) заготавливаемой древесины,  $м^3/га$ ;  $Q_{ср}$  – средний объем вывозимой пачки деревьев,  $м^3$ ;  $B_b$  – ширина волока, м;  $L_b$  – длина волока, м;  $F_b'$  – площадь волока,  $м^2$ ;  $F_b$  – площадь волока с учетом возможного количества проходов,  $м^2$ ;

$F_d$  – площадь делянки,  $m^2$ ; УВ – управляемое воздействие (армирование волоков, использование цепей и гусениц противоскольжения и т. д.).

При рассмотрении вопроса влияния различных систем машин на лесную среду следует отметить, что существует значительное расхождение мнений различных исследователей. Так, финские исследователи (НИИ леса Финляндии) считают, что харвестеры, используемые на заготовке сортиментов, в сравнении с применяемыми трелевочными машинами с канатно-чокерным оборудованием лучше сохраняют лесную среду. В то же время, по данным некоторых российских исследователей, хлыстовая технология и техника для ее реализации обеспечивают лучшее сохранение подроста, меньше повреждают древостой и почву.

**Повреждение деревьев и подроста.** При проведении несплошных рубок остающаяся часть насаждения получает те или иные повреждения, которые могут в дальнейшем оказать влияние на санитарное состояние насаждений. Такое положение оказывает крайне негативное влияние на устойчивость остающихся на корню древостоев, причем чувствительность к повреждениям у разных пород различна. Ель очень чувствительна к повреждениям, которые часто приводят к заражению гнилями, причем скорость распространения последних по стволу выше, чем у других пород. На вероятность заражения и скорость распространения гнилей оказывает влияние ряд факторов, важнейшими из которых являются место локализации повреждений и их размеры. Наиболее опасны повреждения корневой шейки и корней, а из размеров ран на первом месте стоит площадь раны, на втором – ее ширина. Глубина раны оказывает меньшее влияние.

В последние десятилетия проблема снижения уровня отрицательного воздействия машин на древостой при проведении рубок ухода стала ключевой при проектировании новой техники. При этом отмечается, что для низкомеханизированных систем лесозаготовок (валка бензопилами с трелевкой хлыстов) основная часть повреждений приходится на почву, корневые системы и нижнюю часть стволов деревьев. При применении полностью механизированных систем («харвестер – форвардер») большая часть повреждений наносится стволам оставляемых на доращивание деревьев. Повреждения на 80% представлены обдиrom коры, доходящим до древесины. Половина их сосредоточена в комлевой, наиболее ценной части

стволов в пределах 1 м от земли, а 90% повреждений не выходят за пределы двухметровой зоны. Харвестерная головка при наведении на срезаемое дерево, ударяя о рядом стоящие стволы, вызывает обдиры коры на шейке и стволе на высоте до 1,5 м от уровня земли. Манипулятор при оперировании с обрабатываемым деревом вызывает наклон растущих деревьев, при валке наносятся лентовидные обдиры коры на значительной высоте, отмечаются облом сучьев и вершин, ошмыги крон, перелом стволов мелких деревьев. Аналогичные повреждения могут наноситься и при погрузке подготовленных пачек сортиментов форвардером.

Последствия появления таких повреждений различны. Если обдиры коры в вершинной части ствола имеют тенденцию к зарастанию и затягиванию смолой у хвойных пород, то низовые и прикорневые обдиры представляют опасность для дальнейшего развития дерева, поскольку они наиболее подвержены развитию гнили. Наиболее опасным повреждением является наклон ствола более 10°, что обычно сопровождается обрывом части скелетных корней. Деревья с такими повреждениями, а также часть стволов с обдиrom коры переходят в отпад уже в первые три года после проведения рубки.

Причинами возникновения отмеченных повреждений являются, в первую очередь, низкая квалификация операторов, труднодоступное расположение подлежащего обработке дерева, недостаточная ширина волока, сложное расположение погружаемой пачки, уклон и др. Процент поврежденных деревьев находится в тесной зависимости от опыта оператора харвестера, что может объяснить расхождение данных финских и российских исследователей по вопросу влияния харвестера на лесные экосистемы. Так, в начале проведения рубок в России по скандинавской технологии с применением харвестера число поврежденных деревьев составило 42% от оставшихся после рубки. По мере приобретения опыта и повышения требований к оператору количество повреждений сократилось до 15–25%. В Скандинавских странах в начале применения харвестерной заготовки леса на рубках ухода доля повреждаемых оставляемых на дорастивание деревьев составляла 21%. По мере развития техники и роста квалификации операторов эта цифра достигла 8–10%, а у лучших операторов – 2–4%.

На повреждаемость древостоя также влияет интенсивность рубки независимо от применяемой технологической схемы. Большая выборка по запасу и значительная площадь под технологические

коридоры могут вызвать распад древостоев, особенно в ельниках, имеющих поверхностную корневую систему на мелких каменистых и избыточно увлажненных почвах. По данным российских исследователей, после проходных рубок с применением харвестера количество поврежденных деревьев в сосняках меняется от 2,0 до 9,5% при интенсивности рубки 27–43% по запасу, а в ельниках – соответственно от 15,3 до 41,7% при интенсивности 35–47%. Основное количество поврежденных деревьев (93–100%) находится на расстоянии до 5 м от границы волока. Следует отметить, что при хлыстовой трелевке увеличивается вероятность повреждения деревьев на расстоянии до 15 м. В среднем повреждаемость древостоя при проходной рубке с использованием харвестера колеблется от 1,4 до 27,9%.

Колесный ход большинства выпускаемых харвестеров обеспечивает высокую маневренность и способность работать под пологом леса при проведении несплошных рубок. Ориентировка на заготовку сортиментов позволила сделать машины более легкими, лучше управляемыми, с меньшим расходом топлива на 1 м<sup>3</sup> заготавливаемой древесины, с более высокими скоростными показателями. Современный харвестер почти без исключения оснащается манипулятором с вылетом около 10 м, что позволяет довести расстояние между волоками при рубках ухода до 20–25 м и снизить повреждаемость деревьев. Средняя ширина волоков при использовании харвестера составляет около 3,5 м.

**Воздействие на лесные почвогрунты и корни.** В плане лесной сертификации вопрос взаимодействия лесозаготовительных машин с лесными почвогрунтами следует рассматривать через понятие «биологическая проходимость». Под *биологической проходимостью* понимаются вызываемые машинами нагрузки и напряжения, при которых еще не возникают нарушения, препятствующие или снижающие биологическую активность почвы.

Влияние лесозаготовительных машин на почвогрунты и процессы, происходящие в почвах под воздействием движителей, наиболее полно и точно характеризуют следующие показатели: давление движителя на грунт, деформация почвы, уплотнение, степень минерализации лесных площадей. Данные показатели оказывают решающее влияние на физико-механические, химические и биологические свойства почвы, которые, в свою очередь, тесно связаны с возобновлением и продуктивностью леса.

Одним из основных показателей, воздействующих на почвогрунты, является давление движителей машин на опорную поверхность движения.

На рис. 3.2 приведены схемы различной компоновки движителя лесной машины (4К4, 6К6, 6К6 с установкой гусениц на тандемную тележку, 8К8) и с учетом весовых параметров (тонн) указаны средние значения давлений на почву.

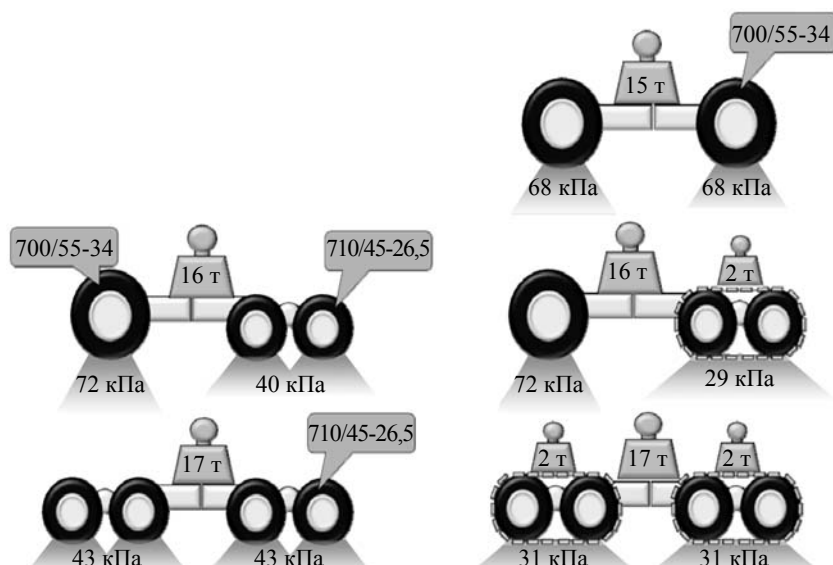


Рис. 3.2. Давление колесных движителей на почву  
(по Т. Моиланену)

Необходимо отметить, что эти данные получены по скандинавской методике, где предполагается, что колесо погружено в грунт на  $0,15D$  (где  $D$  – наружный диаметр колеса), за счет чего увеличивается площадь контакта с поверхностью. Согласно отечественной методике, удельное давление колесного движителя определяется путем деления нагрузки на колесо на площадь отпечатка колеса на жестком основании. Удельное давление на почву принимается на 10% меньше, чем на жесткой поверхности. Поэтому значения удельных давлений колесных движителей лесных машин «Амкодор» сопоставимы с представленными на рис. 3.2.

Нормативные данные по удельным давлениям движителей машин в зависимости от типа грунта для нашей страны приведены в подразделе 1.2.

Система сбалансированных тандемных тележек, применяемых на современных харвестерах и форвардерах, позволяет достичь большого тягового усилия при оптимальном и равномерном распределении веса машины, что обеспечивает минимальное повреждение почвенного покрова ввиду равномерного распределения давлений по осям.

На изменение структуры почвы в первую очередь влияет уплотнение, возникающее под действием ходовой части используемых машин. Степень уплотнения различна в зависимости от механического состава почвы, ее влажности, удельного давления на почву и вибрации машины. Вследствие уплотнения почвы радикально уменьшается объем пор, из-за чего сильно меняется воздушно-водный режим почвы и, соответственно, ухудшается физиологическое функционирование корневой системы. Для восстановления структуры почвы в зависимости от степени уплотнения может потребоваться до 40 лет.

Многочисленными исследованиями установлено, что уплотнение почвы, возникающее в процессе работы лесных машин, – наиболее негативный показатель в развитии корней деревьев. На рис. 3.3 представлены корни, развивающиеся в одинаковых условиях, но при различной степени уплотнения почвы. В опытах верхний слой почвы имел плотность  $\rho = 1,24 \text{ г/см}^3$ , а нижний был уплотнен до  $\rho = 1,52 \text{ г/см}^3$ .

Уплотнение почвы отрицательно влияет на развитие мелких корней деревьев, концентрация которых в гумусном слое достигает  $200\text{--}500 \text{ м/м}^2$ . Количество таких корней составляет более 93% от всей корневой системы, и зона их распространения вокруг ствола достаточно обширна.

Установлено, что статическое давление машины на почву более 80 кПа препятствует развитию мелких корней, а при давлении на почву 30–50 кПа их рост может быть затруднен. Прекращается рост корней при плотности почвы более,  $\text{г/см}^3$ : дуба – 1,89; лиственницы – 1,84; березы – 1,80; сосны – 1,72; ели – 1,61; липы – 1,55. При давлении на почву 90 кПа прирост молодняков уменьшается на 15% в первые 4–5 лет.

При уплотнении почвы в 1,5 раза скважность почвы уменьшается в 1,3 раза. Глинистые почвы уплотняются сильнее, чем песчаные. С ростом влажности степень повреждения почв и корней растет.

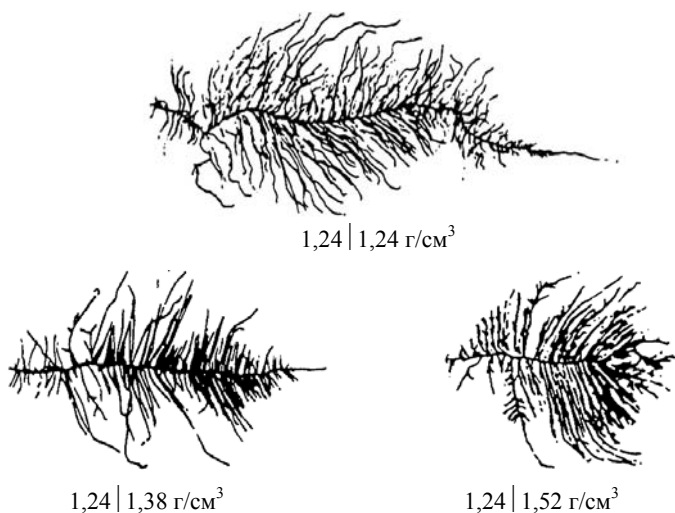


Рис. 3.3. Изменения в развитии корня при различном уплотнении почвы

Повреждения корневых систем возникают главным образом в зоне магистральных и пасечных волоков, технологических коридоров. Поскольку значительная часть корней находится в верхнем гумусном слое, то колеса движущихся машин вызывают переломы, разрывы корней и обдиры их коры. Установлено, что если корни повреждаются в 50 см от комлевой части, то 39% деревьев через 10 лет имеют признаки наличия стволовой гнили. При повреждении 15% площади корневой системы наблюдается снижение роста деревьев на 10% по сравнению с неповрежденными. Если повреждено 40% корней (машина проходит на расстоянии 30 см от ствола), отрицательная реакция роста составляет 27%.

В весенне-летний период по сравнению с зимой интенсивность повреждения как корневой, так и стволовой частей деревьев возрастает в 1,25–4 раза. В этот период, когда прочность корневой коры минимальна, возникает максимальная опасность ее обдира. При этом обдиры коры наблюдаются не только у поверхностно расположенных корней, но и у глубокозалегающих, особенно на песчаных и гравийных почвах за счет сдвига их абразивных частиц.

Число проходов машины по волоку также влияет на повреждаемость корневых систем и резко возрастает на участке от 3 до 9.

После дальнейшего увеличения числа проходов корни оказываются поврежденными в сильной степени.

Повреждение почвы, как и древостоя, находится в прямой зависимости от опыта и знаний оператора. Поэтому во многих развитых лесозаготовительных странах операторы лесозаготовительных машин обязаны пройти курс по охране окружающей среды перед тем, как им будет разрешено управлять техникой в лесу. В дополнение к этому осуществляется надзор за соблюдением норм, регулирующих проведение лесозаготовок.

**Ингредиентное воздействие.** К основным факторам этого типа воздействия относятся выбросы отработавших и картерных газов двигателей внутреннего сгорания, топливные испарения, потери (утечки) масла и других технологических жидкостей, выделения в узлах трения, коррозия деталей и узлов. Определяющим источником выбросов лесных машин являются отработавшие газы двигателей, в которых содержатся оксид углерода, углеводороды, в том числе и кислородсодержащие, сажа (для отработавших газов дизельных двигателей), оксиды азота, серосодержащие соединения, соединения, в состав которых входят элементы, содержащиеся в присадках к топливам и маслам (свинец, барий и др.).

Ежегодно на территорию республики выпадает до 1,5 млн. т промышленных эмиссий. Современное состояние сосновых и еловых древостоев в зонах воздействия промышленных выбросов свидетельствует об ослаблении, а в непосредственной близости от источников выбросов – об их повреждении. По данным Минлесхоза, в нашей стране выявлено усыхающих и поврежденных ельников около 5,5% от общей площади еловых насаждений. Обследование сосновых насаждений по степени дефолиации кроны деревьев в результате атмосферного загрязнения показало, что 45–50% деревьев характеризовались слабой дефолиацией (потеря хвои 11–25%). Сильная дефолиация (потеря хвои от 61 до 95%) наблюдалась у 3% деревьев, усохшие составляли около 1%.

Особенностью химического воздействия лесозаготовительной техники является его локализация в пространстве и во времени. Несмотря на то, что время воздействия относительно невелико, вследствие накопления (депонирования) некоторых веществ в почве, в тканях растений его последствия могут весьма ощутимо сказываться как на продуктивности леса, так и на последующем побочном использовании лесом. Степень воздействия на лесные экосистемы



зависит от концентрации загрязняющих веществ в различных элементах лесных экосистем (почве, атмосфере, воде, растениях) и от продолжительности действия поллютантов (при перемножении концентрации на время действия получают значение дозы). Значение пороговой дозы является удобной характеристикой для прогнозирования последствий загрязнения.

Для диоксида азота – одного из основных фитотоксикантов, выделяющихся при проведении лесозаготовительных работ, – значения ПДК-лес (для хвойных пород среднесуточная ПДК-лес по  $\text{NO}_2$  –  $0,02 \text{ мг/м}^3$ ) на территории лесосеки и за ее пределами превышаются в десятки раз. При опасных (слабых) скоростях ветра ( $0,3\text{--}0,8 \text{ м/с}$ ) зона высокого уровня загрязнения локализована у источника выброса, а ожидаемые концентрации загрязняющих веществ значительно выше, чем при больших скоростях ветра. При опасной скорости ветра площадь зоны, в которой ПДК-лес превышает в 50 раз, составляет около  $11\,000 \text{ м}^2$ . С учетом коэффициента поглощения растительностью площадь зоны, в которой ПДК-лес превышает в 50 раз, составляет  $3000 \text{ м}^2$ . Доза диоксида азота за время проведения лесозаготовительных работ соответствует дозе, получаемой растениями при воздействии  $\text{NO}_2$  в концентрации  $0,02 \text{ мг/м}^3$  в течение более 200 сут.

Полученные результаты свидетельствуют, что значения ПДК-лес для оксидов азота на территории лесосеки могут быть превышены в 50–150 раз (без учета фона). Выбросы сажевого аэрозоля (до  $12 \text{ кг}$  на делянку) локализуются на магистральном и пасечных волоках, и их максимальная плотность соответствует местам с максимальным числом проходов машин. Максимальная концентрация оксидов азота наблюдается на расстоянии 5 и 21 м от источника при скоростях ветра  $0,5$  и  $5 \text{ м/с}$  соответственно. На ожидаемые концентрации загрязняющих веществ в конкретной точке лесосеки существенное влияние оказывают направление и сила ветра, рельеф, а при сплошных рубках – характер остающегося древостоя.

Оценка количества выпадений серы и азота для делянки, разрабатываемой типовой для Беларуси системой машин, показала, что при хлыстовой вывозке древесины для азота она равна  $1,86$ , а для серы –  $1,6 \text{ кг/га}$ . Для сортиментной заготовки нагрузка по указанным элементам составит  $2,02$  (азот) и  $1,36 \text{ кг/га}$  (сера). Для территорий, подверженных интенсивному антропогенному воздействию, близкому к предельно допустимому, воздействие в период производства

лесозаготовительных работ может привести к необратимым последствиям, деградации лесных экосистем.

В соответствии с СТБ 1342-2002 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Машины для рубок леса. Общие технические требования» удельный выброс вредных веществ допускается не более, г/(кВт · ч): окислов азота – 22; окиси углерода – 10; углеводов – 3,5.

Для снижения уровня воздействия лесозаготовительной техники на лесные экосистемы необходимо обеспечить максимально допустимое по условиям организации работ расстояние между машинами, особенно в период неблагоприятных метеорологических условий (малая скорость ветра). Высота источника выброса (выхлопной трубы) должна быть максимально возможной по конструктивным соображениям. Поток отходящих газов должен направляться по вертикали вверх. При организации работ на лесосеке необходимо учитывать фоновые концентрации загрязняющих веществ.

Загрязнение воздушного бассейна в первую очередь отражается на растительном покрове, так как растения осуществляют газообмен в десятки раз интенсивнее по сравнению с человеком и животными и обладают более высокой чувствительностью и стабильностью ответной реакции на действие различных внешних факторов. Кроме того, хвойные породы в большей степени чувствительны к атмосферному загрязнению, чем лиственные.

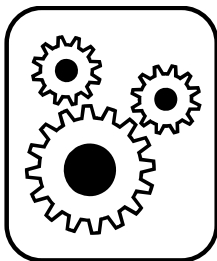
Лесозаготовительная техника является источником загрязнения гидросферы, почвы и геологической среды нефтепродуктами, тяжелыми металлами, входящими в состав технологических жидкостей и топлива, стойкими органическими соединениями, сорбирующимися на частицах сажи, и другими веществами.

При этом необходимо отметить, что современные лесные машины «Амкодор» при правильной их эксплуатации оказывают незначительное ингредиентное воздействие на лесные экосистемы. Откликаясь на все возрастающие экологические требования, предъявляемые к лесным машинам на мировых рынках, при проектировании и создании новых машин конструкторами предприятия на постоянной основе осуществляется поиск путей снижения их массы и повышения надежности работы. Значительно сокращаются выбросы отработавших газов ввиду меньшего расхода топлива, установки очистных фильтров. Герметичность и надежность соединений, наличие запорных клапанов практически исключают утечку топливно-смазочных материалов и технологических жидкостей.



## Контрольные вопросы

1. Какие показатели эколого-экономической совместимости лесных машин с лесной средой Вы знаете?
2. Что такое устойчивое лесопользование и его принципы?
3. Что понимается под экологической совместимостью машин с лесной средой?
4. В чем заключается суть оценки технологий рубок леса и систем машин по классам?
5. Как определяется экологический ущерб?
6. Дайте сравнение машин по степени экологического ущерба.
7. В чем выражается взаимосвязь системы «машина – технология – лесные экосистемы – лесовозобновление»?
8. Приведите примеры механического и ингредиентного воздействия машин на лесную среду.
9. Охарактеризуйте повреждения деревьев и подроста в процессе рубок леса.
10. Раскройте смысл понятия «биологическая проходимость лесных машин».
11. Какой вид воздействия лесных машин наиболее опасен для нового поколения леса?
12. Перечислите показатели, которые характеризуют воздействие лесных машин на почвогрунты.
13. В каких диапазонах находятся значения давлений колесных движителей на опорную поверхность?
14. Назовите пороговые значения плотности почвы для возобновления различных древесных пород.



## 4. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН «АМКОДОР»

---

### 4.1. Общие положения и маркировка моделей

Все производимые в настоящее время лесные машины ОАО «Амкодор» являются специализированными, с шарнирно-сочлененной рамой, колесным движителем с широкопрофильными лесными шинами низкого давления, гидромеханическими и гидростатическими трансмиссиями, безопасными кабинами с поликарбонатными противоударными стеклами. Данная специализированная техника соответствует требованиям отечественных и международных стандартов в области безопасности труда, эргономики, противопожарной безопасности и др., а также удовлетворяет современным требованиям лесной сертификации в области охраны окружающей среды.

Более 60% деталей, узлов и агрегатов выпускаемой техники производится на предприятиях акционерного общества «Амкодор»: рамы и полурамы, кабины, ведущие мосты, редукторы, гидроагрегаты, гидромеханические трансмиссии, заготовки из металлопроката, частично элементы технологического оборудования. Кроме того, в большинстве случаев на машины устанавливаются двигатели Минского моторного завода, шины ОАО «Белшина» и другие комплектующие отечественных производителей.

Из основных деталей, узлов и агрегатов импортного производства, устанавливаемых на машины «Амкодор», можно отметить следующие: гидроманипуляторы, харвестерные головки, рубильные установки и системы их управления (Kesla), механизмы погрузочно-разгрузочные «мультилифт» («Велмаш-С»), планетарные тандемные мосты (NAF), специализированные сиденья для лесной техники (Grammer), гидравлические компоненты и интегрированные гидравлические системы (Sauer-Danfoss), поликарбонатные противоударные стекла (Palram), пневмогидроаккумуляторы (Hydac).

Многие узлы базовых машин унифицированы, что упрощает их эксплуатацию и позволяет снизить материальные затраты на ремонт и обслуживание техники. Основные отличительные особенности лесных машин «Амкодор» приведены в табл. 4.1. По данным показателям они уже достаточно успешно конкурируют с мировыми производителями лесных машин, а проводимая на предприятии работа по повышению надежности машин и их качественному обслуживанию позволит выходить на новые рынки сбыта.

Таблица 4.1

**Отличительные особенности машин лесопромышленного комплекса  
ОАО «Амкодор»**

Параметр	Описание
Цена	Существенно ниже аналогичных машин ведущих мировых производителей
Ценность при перепродаже	Машины отличаются высокой ликвидностью и продажной стоимостью на рынке техники, бывшей в эксплуатации
Двигатель Минского моторного завода	Надежный и менее прихотливый в эксплуатации
Отсутствие сложных электронных систем управления двигателем и трансмиссией	Упрощает управление машиной, ее обслуживание и ремонт. Снижает требования к уровню квалификации оператора
Чувствительная к нагрузке гидравлическая система с регулируемым насосом (Load Sensing)	Позволяет обеспечить плавное управление технологическим оборудованием. Сокращает расход топлива
Себестоимость заготовки	Наименьшие суммарные затраты (себестоимость) на 1 м <sup>3</sup> заготавливаемой древесины
Гидромеханическая трансмиссия	В отличие от гидростатической трансмиссии позволяет машине перемещаться на значительно большие расстояния своим ходом. Снижает возникающие динамические нагрузки и утомляемость оператора
Самоблокирующийся дифференциал повышенного трения подмоторного моста, возможность блокировки дифференциала балансирного моста	Позволяет существенно повысить тяговые характеристики и проходимость машины по заболоченным и снежным участкам местности
Разъемные диски колес	Позволяют значительно упростить процедуру и сократить время на замену шины
Каркас кабины, соответствующий требованиям безопасности ISO 8082 (ROPS), ISO 8083 (FOPS) и ISO 8084 (OPS)	Защищает оператора в случае опрокидывания машины, от падающих и пролетающих предметов

Модели специализированных лесных машин «Амкодор» имеют следующую **маркировку**: Амкодор XXXX-XX.

Здесь первая цифра обозначает назначение модели (для машин лесного комплекса – 2); вторая цифра – тип машины (0 – лесохозяйственные машины и агрегаты, 1 – валочно-пакетирующие, 2 – трелевочные, 3 – сучкорезно-раскряжевочные, 4 – лесопогрузчики и погрузочные машины, 5 – харвестеры, 6 – форвардеры, 7 – машины и оборудование для строительства и содержания лесных дорог, 8 – резерв, 9 – рубильные и другие машины для переработки древесного сырья); третья цифра – число колес (для харвестеров, форвардеров и трелевочных машин) или показатель назначения по грузоподъемности (для лесопогрузчиков); четвертая цифра – порядковый номер модели (от 1 до 9); две последние цифры – модификацию.

## 4.2. Валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины (харвестеры)

**Харвестер «Амкодор 2551»** (см. рис. I на вкладке между с. 112 и 113) предназначен для валки деревьев, обрезки сучьев, раскряжевки хлыстов на сортименты с одновременным обмером и учетом заготовленных лесоматериалов при проведении сплошных и несплошных рубок главного пользования.

Харвестер может эксплуатироваться в различных климатических условиях при температуре от  $-30$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

*Принцип работы харвестера* заключается в следующем. Оператор направляет харвестер на рабочую площадку, одновременно выбирая наилучшую позицию для размещения машины. Наилучшей является та позиция, при которой оператор может беспрепятственно подвести харвестерную головку, закрепленную к рукояти манипулятора, к выбранному дереву, а также хорошо просматривать зону работы и следить за пильной шиной харвестерной головки. Выбрав дерево, оператор переводит харвестерную головку в положение валки (вертикальное), охватывает головкой дерево и срезает его. При падении дерева харвестерная головка переводится в горизонтальное положение (положение раскряжевки). Не разжимая захвата, происходит протаскивание дерева протаскивающими вальцами на расстояние, соответствующее длине выпиливаемого сортимента. Затем процесс раскряжевки повторяется. При необходимости оператор может изменять

длину отрезаемых сортиментов. Сортименты за счет изменения места раскряжевki формируются в пакеты вдоль волока. Затем машина перемещается на новую позицию (либо при прежней позиции машины манипулятор направляется к следующему дереву). Раскряжевka может производиться как в автоматическом, так и в ручном режимах.

Харвестер представляет собой колесную самоходную машину, основными частями которой являются (рис. 4.1): силовая установка 4, установка гидростатической передачи (ГСП) 9, установка мостов и колес 13, установка карданных валов 11, технологическое оборудование 1 (гидроманипулятор и харвестерная головка), управление 10, рама 12, гидросистема рулевого управления 7, электросистема 6, облицовка 5, кабина 2, гидросистема тормозов 8, гидросистема подъема кабины 3.

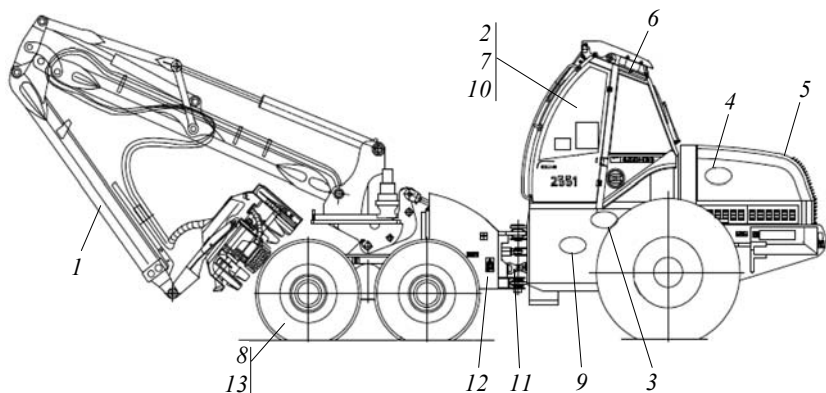


Рис. 4.1. Общий вид харвестера «Амкодор 2551»:

- 1 – технологическое оборудование (гидроманипулятор, харвестерная головка);  
2 – кабина; 3 – гидросистема подъема кабины; 4 – силовая установка;  
5 – облицовка; 6 – электросистема; 7 – гидросистема рулевого управления;  
8 – гидросистема тормозов; 9 – установка ГСП; 10 – управление;  
11 – установка карданных валов; 12 – рама; 13 – установка мостов и колес

Основные технические данные харвестера «Амкодор 2551» приведены в табл. 4.2.

Движение харвестера производится за счет передачи крутящего момента с маховика двигателя через эластичную муфту и редуктор отбора мощности на гидронасос гидростатической передачи 9, а затем, преобразованная из механической в гидравлическую, энергия потока рабочей жидкости передается на гидромотор. Гидромотор

вновь преобразует энергию гидравлического потока в механическую, и через раздаточную коробку крутящий момент передается на ведущие мосты 13, осуществляя тяговое усилие на колесах харвестера.

Таблица 4.2

**Техническая характеристика харвестера «Амкодор 2551»**

Показатель	Значение
Длина в транспортном положении, мм	10 250
Ширина по колесам, мм	2 900
Высота, мм	4 000
Минимальный радиус поворота, м, не более	8,8
Клиренс, мм	580
База, мм	3 800
Колея, мм	2 100
Масса эксплуатационная, кг	15 500
Марка двигателя	Д-260.9
Мощность эксплуатационная, кВт	132
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин <sup>-1</sup>	2 100
Удельный расход топлива в режиме эксплуатационной мощности, г/(кВт · ч)	227
Расход топлива, л/мото-ч	20
Тип трансмиссии	Гидростатическая
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч	0–30/0–30
Передний (подмоторный) мост	Жесткосблочный с рамой
Задний мост	Балансирная тележка с блокируемым дифференциалом
Максимальное тяговое усилие, кН	120
Угол качания переднего моста, град	±15
Угол складывания шарнирно-сочлененной рамы, град	±40
Размер шин, дюйм:	
– передний мост	30,5L-32LS
– задний мост	700/50-26,5 или 700/50-26,0
Рабочая тормозная система	Двухконтурная гидравлическая с пневмогидроаккумуляторами
Марка гидроманипулятора	Kesla 1395H
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	9,5
Максимальный подъемный момент, кН · м	100
Угол поворота манипулятора в горизонтальной плоскости, град	260
Марка харвестерной головки	Kesla 25RH или 25RH II
Максимальный диаметр распила, мм	670



Окончание табл. 4.2

Показатель	Значение
Скорость подачи, м/с, не более	5
Усилие протаскивания дерева, кН	23
Максимальное давление в гидросистеме харвестерной головки, МПа	25
Масса головки с ротатором, кг	850
Гидросистема технологического оборудования	Объединенная для технологического оборудования и рулевого управления
Тип насоса	Регулируемый, аксиально-поршневой (1 шт.)
Номинальное напряжение электросистемы, В	24
Емкость топливного бака, л	190
Емкости гидравлических баков, л	250
Уровень звука на рабочем месте, дБА	80
80%-ный ресурс до первого капитального ремонта, мото-ч, не менее	10 000
Средняя наработка на отказ, мото-ч, не менее	280

На харвестере установлены два ведущих моста – передний и задний. Задний мост – балансирный, жестко крепится к задней полураме. Передний (подмоторный) мост установлен на жесткую балансирную рамку, которая качается в плоскости, перпендикулярной к оси харвестера. Балансирная рамка снижает воздействие на раму деформации кручения.

**Рама** харвестера (рис. 4.2) предназначена для размещения и крепления основных узлов и систем машины и состоит из передней 2 и задней 1 полурам, шарниры которых соединены посредством двух вертикальных пальцев. Полурама 2 имеет симметрично расположенные отсеки 3, в которых размещены кронштейны для крепления фар и габаритных фонарей. На задней полураме 1 установлено технологическое оборудование харвестера, представляющее собой манипулятор и харвестерную головку. На передней полураме размещены силовая установка, трансмиссия, кабина. При погрузке машины и перевозке ее на платформе или выполнении работ по обслуживанию и ремонту полурамы фиксируются между собой тягой соосного положения.

На машине установлен шестицилиндровый, рядный, четырехтактный **дизельный двигатель** Д-260.9 с охлаждением наддувочного

воздуха, непосредственным впрыском топлива и жидкостным охлаждением. На двигателе размещен редуктор отбора мощности. К системам, обеспечивающим нормальный режим работы двигателя, относятся: система питания, система охлаждения, система смазки, система очистки воздуха, глушитель, система облегчения запуска двигателя.

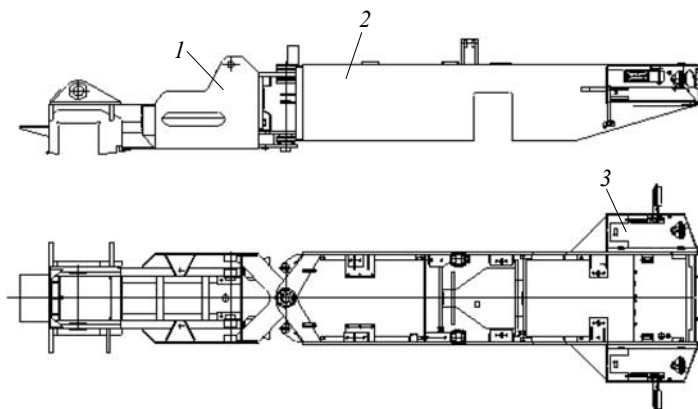


Рис. 4.2. Рама харвестера «Амкодор 2551»:

1, 2 – задняя и передняя полурамы соответственно; 3 – отсеки для фар

**Гидростатическая трансмиссия** харвестера предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к колесам и включает в себя редуктор отбора мощности, раздаточную коробку, карданную передачу и ведущие мосты.

*Редуктор отбора мощности* (рис. 4.3) служит для независимого отбора мощности на привод насосов хода, технологического оборудования и тормозной системы, а также передачи крутящего момента от двигателя к раздаточной коробке. Крутящий момент от двигателя на редуктор передается через эластичную муфту.

Редуктор крепится болтами к картеру маховика двигателя. Шлицевой конец входного вала 4 редуктора вводится в ступицу диска сцепления эластичной муфты. Вал 4 приводит в действие насос 2 тормозной системы, а также через зубчатую передачу постоянно вращает насос 1 привода технологического оборудования и насос 3 привода трансмиссии.

*Муфта эластичная* резиновая (см. рис. 4.4 на с. 72) предназначена для передачи крутящего момента от маховика двигателя на вал

редуктора отбора мощности, а также для компенсации радиальных, осевых и угловых смещений между ними, уменьшения динамических нагрузок, возникающих как на переходных режимах (при пуске и глушении двигателя), так и во время его работы.

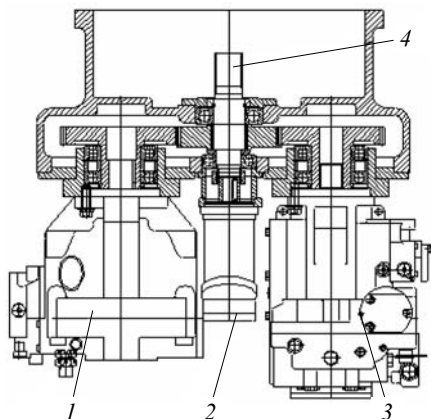


Рис. 4.3. Редуктор отбора мощности харвестера «Амкордор 2551»:  
1 – насос привода технологического оборудования; 2 – насос тормозной системы; 3 – насос привода трансмиссии; 4 – входной вал редуктора

Муфта состоит из эластичного элемента 3, на котором с помощью болтов 2 и прижима 4 закреплен шлицевой фланец 5, посредством которого муфта фиксируется на входном валу 1 редуктора отбора мощности. Муфта 3 к маховику 7 крепится с помощью пальцев 6.

Раздаточная коробка размещается на передней полураме харвестера и выполнена в виде блока, в состав которого входят гидравлический мотор и коробка передач. Крутящий момент от редуктора отбора мощности посредством гидравлической передачи передается на вал гидравлического мотора. Шестерня на выходном валу гидравлического мотора находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом вала коробки. В раздаточной коробке нижний вал оснащен межосевым дифференциалом с функцией его 100%-ной блокировки в случае преодоления тяжелого участка. Вал дифференциала соединен посредством карданного вала с входным валом переднего моста харвестера. Раздаточная коробка имеет два диапазона скоростей. Ревверс гидромотора позволяет менять направление движения харвестера в обоих диапазонах.

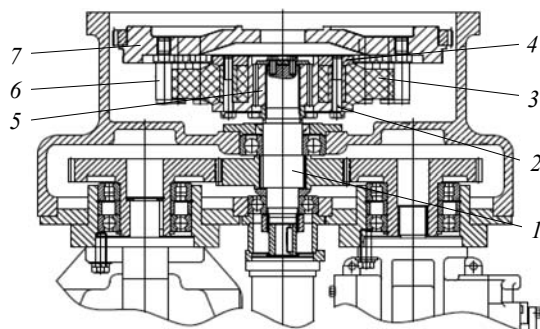


Рис. 4.4. Эластичная муфта харвестера «Амкодор 2551»:

- 1 – входной вал редуктора отбора мощности;  
 2 – болт; 3 – эластичный элемент; 4 – прижим;  
 5 – шлицевой фланец; 6 – пальцы; 7 – маховик

Гидросистема ГСП включает насос, фильтр тонкой очистки, механизм управления, клапан смазки, клапан главного давления, полнопоточный фильтр, теплообменник, заливную горловину, контрольно-измерительные приборы. Назначение гидросистемы ГСП: создание и поддержание рабочего давления в магистралях; обеспечение циркуляции рабочей жидкости через теплообменник для поддержания теплового режима работы ГСП; обеспечение смазывания подшипников шестерен.

Карданная передача (рис. 4.5) предназначена для передачи крутящего момента от раздаточного редуктора к ведущим мостам харвестера и состоит из карданного вала 1 привода переднего моста, карданного вала 3, соединяющего раздаточную коробку 2 с редуктором-мультипликатором 4, карданного вала 5 привода заднего моста.

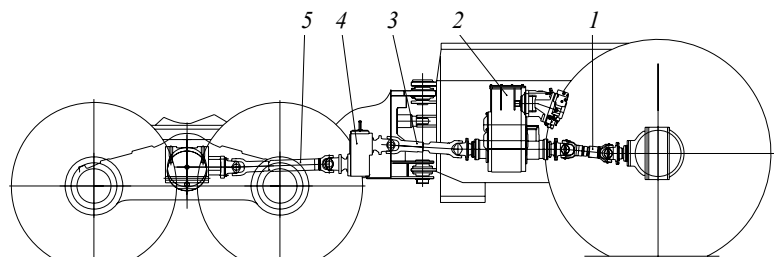


Рис. 4.5. Карданная передача харвестера «Амкодор 2551»:

- 1 – карданный вал привода переднего моста; 2 – раздаточная коробка;  
 3 – карданный вал; 4 – редуктор-мультипликатор;  
 5 – карданный вал привода заднего моста

На харвестере установлены два *ведущих моста* – передний и задний (рис. 4.6).

Передаточное число переднего моста – 20,45. Конструкция моста выполнена по классической схеме. Редуктор главной передачи размещен в литом картере моста, к которому болтами присоединены колесные передачи. Момент вращения к колесным передачам передается с помощью полуосей дифференциала моста. На картере находятся заливная и контрольная пробки, сливная пробка, сапун.

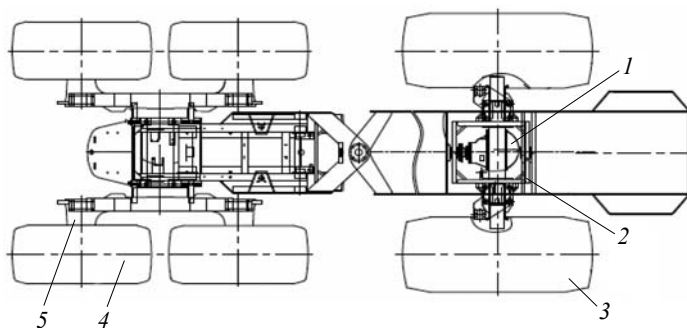


Рис. 4.6. Установка мостов и колес харвестера «Амкодор 2551»:

- 1 – передний (подмоторный) мост; 2 – балансирующая рамка;  
3 – переднее колесо; 4 – заднее колесо; 5 – задний мост

*Редуктор главной передачи* (рис. 4.7) состоит из дифференциала 4, двух конических подшипников 2 и 6, ведущей конической шестерни с круговым зубом 10, установленных в картере 15 редуктора главной передачи. К большой чашке дифференциала с помощью болтов крепится ведомая коническая шестерня 3. На шлицах ведущей шестерни 10 устанавливается фланец 9. Зацепление пары шестерен с круговым зубом регулируется подбором количества регулировочных прокладок 8 и 16, а также изменением положения дифференциала в картере моста регулировочными гайками 11. Смазка шестерен 3, 10 главной передачи и механизма дифференциала 4 происходит маслом, разбрызгиваемым из масляной ванны картера моста. Смазка конических подшипников 6 ведущей шестерни осуществляется по специальным каналам в картере редуктора, куда масло забрасывается из картера моста вращающимися деталями.

*Колесная передача ведущего моста* – планетарного типа, состоит из солнечной шестерни, трех сателлитов, водила, двух роликовых

подшипников, установленных на оси сателлитов. Сателлиты входят в зацепление с шестерней, неподвижно соединенной с цапфой. Водило болтами соединено со ступицей колеса, установленной на двух конических подшипниках. Крутящий момент передается полуосью дифференциала сателлитам, которые, вращаясь вокруг своих осей, одновременно вращают водило относительно неподвижной шестерни. В результате этого крутящий момент передается и на ступицу колеса, жестко связанную с водилом. Смазка планетарной передачи осуществляется разбрызгиванием масла в картере ступицы вращающимися сателлитами.

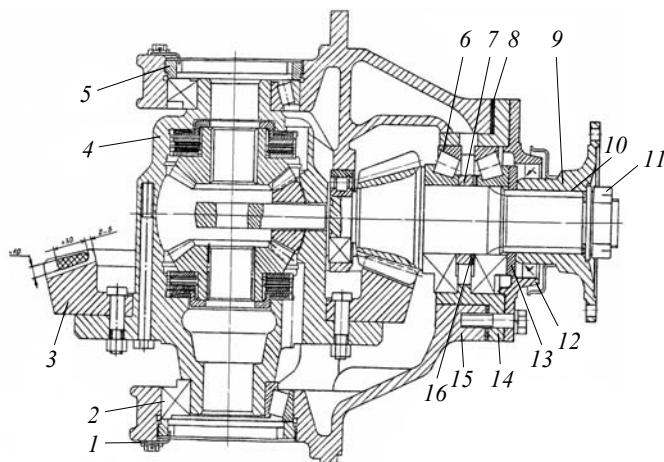


Рис. 4.7. Главная передача харвестера «Амкодор 2551»:

1 – стопор; 2, 6 – подшипники; 3 – ведомая шестерня; 4 – дифференциал; 5 – регулировочная гайка; 7 – распорное кольцо; 8, 16 – регулировочные прокладки; 9 – фланец; 10 – ведущая шестерня; 11 – гайка; 12 – крышка; 13 – маслоотражательная шайба; 14 – стакан подшипников; 15 – картер

*Тормоз* выполняет функции рабочего торможения посредством блокировки полуоси колеса. Многодисковые тормоза, используемые в конструкции моста, относятся к тормозам постоянно разомкнутого типа. Замыкание тормоза происходит под действием гидравлического давления, размыкание – под действием пружин.

*Блокировка качания подмоторного моста* осуществляется с помощью гидроцилиндров (рис. 4.8). Гидроцилиндр крепится к кронштейну на передней полураме и к кронштейну на подмоторном мосту.

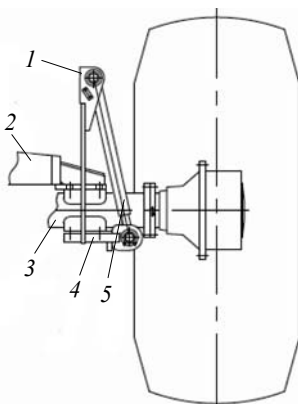


Рис. 4.8. Блокировка качания подмоторного моста:

1 – передняя полурама; 2 – балансирующая рама; 3 – подмоторный мост;  
4 – кронштейн; 5 – гидроцилиндр

Задний мост 5 (см. рис. 4.6 на с. 73) – балансирующий (NAF, Германия) с принудительно включаемым дифференциалом и стояночным тормозом. Передаточное число заднего моста – 20,39.

**Колеса харвестера.** На харвестере установлено шесть колес: два передних и четыре задних. На рис. 4.9 показано переднее колесо с пневматической широкопрофильной шиной. Шина состоит из камеры 2, покрышки 1, ободной ленты 4 и вентиля 5. Обод 3 переднего колеса состоит из двух половин, скрепленных болтами. Колеса устанавливаются на шпильки переднего моста, при этом должно учитываться направление рисунка протектора шин.

В целом кинематическая схема трансмиссии приведена на рис. 4.10.

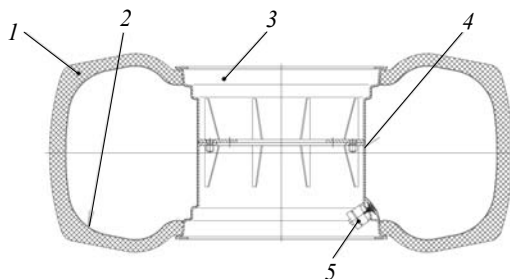
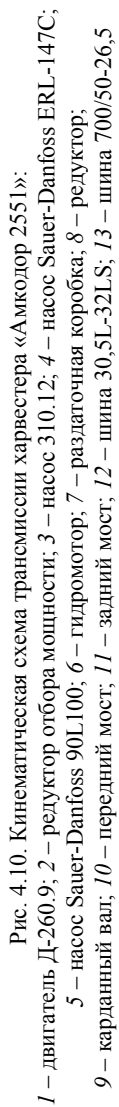


Рис. 4.9. Переднее колесо харвестера «Амкодор 2551»:

1 – покрышка; 2 – камера; 3 – обод; 4 – ободная лента; 5 – вентиль





**Гидросистема харвестера** состоит из гидросистемы хода, гидросистемы технологического оборудования и рулевого управления, гидросистемы тормозов.

*Гидросистема хода* обеспечивает передачу крутящего момента от входного вала редуктора отбора мощности к выходному валу гидромотора раздаточной коробки и включает: гидравлический бак, клапан замера давления, гидромотор, насос, вакуумный манометр, теплообменник, фильтр. Для автоматического управления гидростатической трансмиссией применяется система *SLX – NFPE*, использующая насос с управлением *NFPE*, гидромотор с электрогидравлическим пропорциональным управлением. Контроллер *SLX* преобразует частоту вращения вала двигателя в автоматический сигнал управления гидронасосом с системой управления *NFPE*. Кроме того, в зависимости от частоты вращения вала двигателя, контроллер управляет также и гидромотором с пропорциональной электрической системой управления.

*Контур привода рабочего оборудования* обеспечивает работу гидроманипулятора, харвестерной головки, а также осуществляет поворот машины за счет складывания полурам. Он состоит из насоса, электроуправляемого гидрораспределителя, гидроцилиндров наклона манипулятора, рукояти, телескопа, стрелы, гидроцилиндров рулевого управления, гидромоторов ротатора и поворота манипулятора, линии управления харвестерной головкой.

Насос подает рабочую жидкость из гидробака через фильтр к гидрораспределителю с предохранительным клапаном, ограничивающим давление в приводе до 20–22 МПа. Распределение потока рабочей жидкости в гидрораспределителе осуществляется по параллельной схеме.

На харвестере установлен не зависящий от нагрузки пропорциональный гидрораспределитель с электрическим дистанционным управлением. Он состоит из одной напорной и семи рабочих секций, расположен на задней полураме и закрыт кожухом. Первая секция гидрораспределителя осуществляет управление гидроцилиндром наклона колонны. Вторая секция служит для управления поворотом ротатора. Третья секция гидрораспределителя управляет гидроцилиндром рукояти, четвертая – гидроцилиндром поворота манипулятора. Пятая секция гидрораспределителя служит для рулевого управления, шестая управляет цилиндром стрелы, седьмая – телескопом.

На машине установлен регулируемый *аксиально-поршневой насос* с *LS*-управлением. Насос размещен на крышке картера редуктора отбора мощности. Принципиальная схема насоса приведена на рис. 4.11.

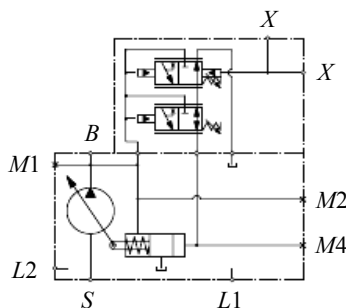


Рис. 4.11. Принципиальная схема насоса привода технологического оборудования харвестера «Амкодор 2551»

Управление насосом производится подачей к каналу  $X$  гидравлического сигнала от управляющего  $LS$ -канала клапана. Система  $LS$ -управления предназначена для согласования подачи насоса и потребности системы в рабочей жидкости ( $LS$  – система, чувствительная к нагрузке).

Принципиальная гидравлическая схема харвестерной головки показана на рис. 4.12.

*Гидросистема тормозов* харвестера включает: рабочую (основную) тормозную систему, которая действует на все колеса и управляется педалью из кабины оператора; стояночную тормозную систему, действующую на все колеса машины; тормоз поворота колонки манипулятора.

Гидросистема тормозов состоит из следующих основных гидроаппаратов: масляного бака, насоса, напорного фильтра, пневмоаккумуляторов, тормозного крана, тормозного крана с ручным управлением, обратных клапанов, разгрузочного блока, колесных тормозов, выключателей давления, датчиков указателей давления, гидроцилиндров.

Насос подает рабочую жидкость через разгрузочный блок в пневмогидроаккумуляторы (ПГА). При достижении в гидросистеме давления 13 МПа срабатывает комбинированный клапан разгрузочного блока, который соединяет напорную линию насоса со сливной. При падении давления в гидросистеме до величины 6,0–6,5 МПа снова срабатывает комбинированный клапан, и насос начинает нагнетать рабочую жидкость в полости ПГА.

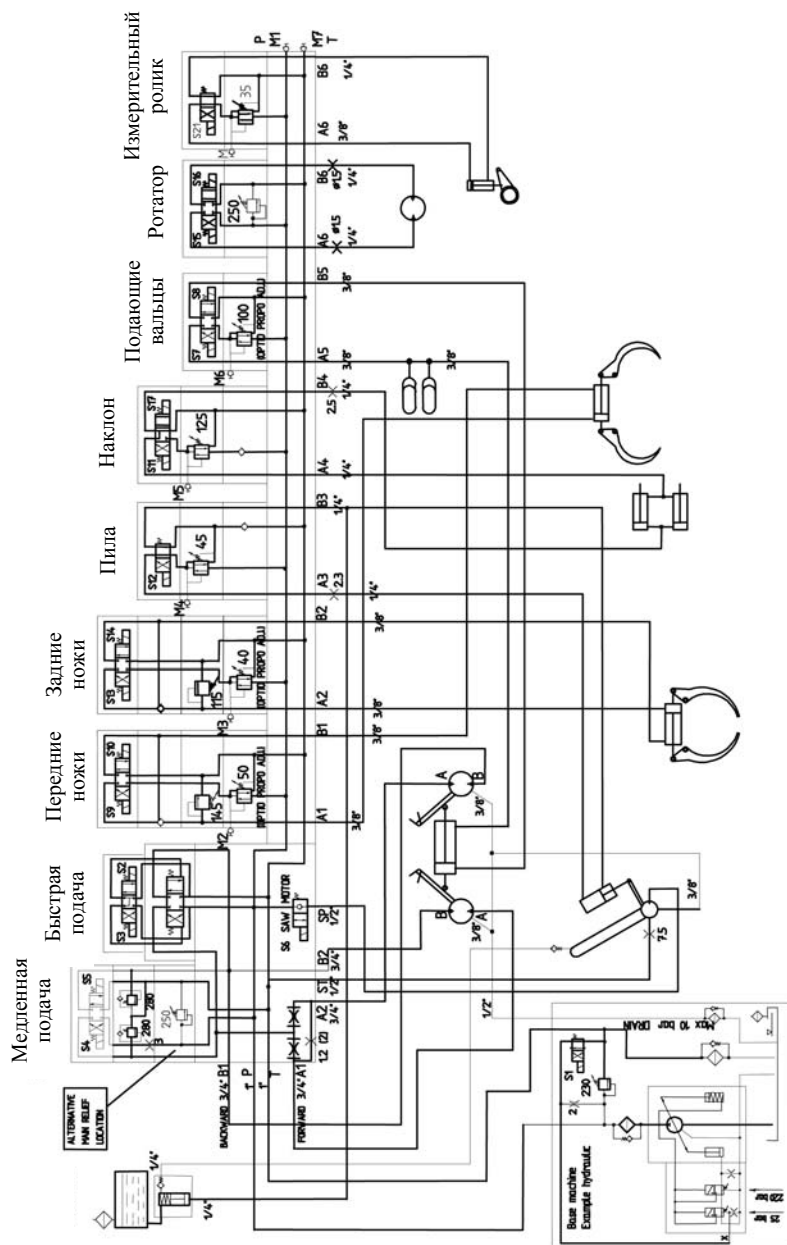


Рис. 4.12. Принципиальная гидравлическая схема харвестерной головки

В контурах ПГА установлены датчики указателей давления, которые обеспечивают постоянный визуальный контроль давления. На выходе тормозного крана установлен выключатель давления, который срабатывает при падении давления в гидросистеме до величины 5 МПа и при включении стояночного тормоза.

При опущенной тормозной педали тормозные цилиндры соединены со сливной магистралью через тормозной кран. При нажатии на тормозную педаль сливная магистраль тормозного крана перекрывается; поршни передают усилие, сжимая пакет дисков, и за счет трения поверхностей подвижных и неподвижных дисков происходит торможение. При достижении на выходе тормозного крана давления 0,35 МПа срабатывают датчики давления, и зажигаются лампочки стоп-сигнала на пульте в кабине оператора.

*Блок разгрузочный* предназначен для направления потока рабочей жидкости от насоса к ПГА, а после зарядки ПГА – для направления рабочей жидкости в гидробак. Блок разгрузочный состоит из корпуса, в который вставлен комбинированный клапан, состоящий из обратного клапана, переливного клапана и двух управляющих клапанов.

*Пневмогидроаккумулятор* служит для накопления энергии давления в гидросистеме рабочих тормозов. ПГА смонтированы на специальных кронштейнах на правом лонжероне рамы. Конструктивно ПГА состоит из корпуса, клапанного предохранителя, который предназначен для предотвращения выдавливания разделителя в канал подвода рабочей жидкости. На корпусе ПГА установлен газовый клапан, который используется для заправки ПГА газом, разрядки ПГА и периодического контроля степени зарядки ПГА газом. Заправку ПГА выполняют техническим азотом II сорта или аргоном с помощью специального приспособления.

*Тормозной кран* (двухсекционный, следящего действия) предназначен для управления рабочими тормозами. Тормозной кран расположен на кронштейне под кабиной. Управление работой тормозного крана производится посредством тормозной педали через кулису и тягу.

В гидросистеме тормозов используются два выключателя давления для оповещения оператора о падении давления в тормозной системе ниже величины 5,5 МПа и давления в системе стояночного тормоза ниже величины 4 МПа.

*Стояночный тормоз* предназначен для затормаживания харвестера на стоянках, удержания его на уклоне и подъеме, применяется

также в качестве аварийного в случае выхода из строя рабочих тормозов. Стояночный тормоз встроен в задний мост харвестера.

**Кабина** машины (рис. 4.13) цельнометаллическая, сварная, одностоящая. На крыше кабины 4 смонтированы фары рабочего освещения 5, вентилятор. Для облегчения попадания в кабину и выхода из нее предусмотрены поручни 2. Для очистки стекол от загрязнений на машине установлены стеклоочистители 3 и 7. Жесткий каркас кабины 6, упор безопасности 1 и защитные многослойные стекла соответствуют требованиям безопасности (FOPS, ROPS и OPS).

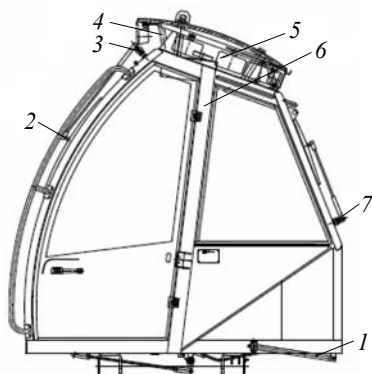


Рис. 4.13. Кабина харвестера «Амкодор 2551»:  
1 – упор безопасности; 2 – поручни; 3, 7 – стеклоочистители;  
4 – крыша; 5 – фары; 6 – жесткий каркас

В кабине расположены *органы управления* (рис. 4.14), пульты, позволяющие контролировать работу систем и узлов харвестера.

К управлению харвестером относится управление двигателем, гидростатической передачей, тормозами, задним мостом и технологическим оборудованием. Управление харвестерной головкой и манипулятором осуществляется с помощью джойстиков, установленных в подлокотниках сиденья.

Контрольно-измерительные приборы и органы управления электрооборудованием харвестера расположены на передней панели, на боковом пульте; все приборы стандартные.

Также в кабине предусмотрены: моторедуктор стеклоочистителя, ящик-аптечка, внутреннее зеркало заднего вида, внутреннее освещение, магнитола, солнцезащитная шторка, а также место для

установки емкости с питьевой водой и огнетушителя. Для кондиционирования и отопления кабины используется кондиционер-отопитель, который выполнен в одном корпусе и смонтирован под сиденьем оператора. Высокую герметичность и шумоизоляцию кабины обеспечивают специальные уплотнения окон и дверей.

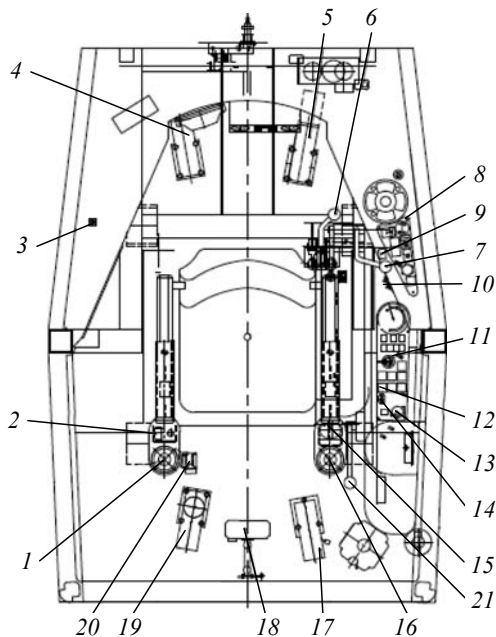


Рис. 4.14. Органы управления харвестером «Амкодор 2551»:

- 1, 16 – джойстики управления манипулятором и харвестерной головкой;
- 2 – переключатель выбора направления движения; 3 – останов двигателя;
- 4 – педаль тормоза (транспортный режим); 5 – педаль подачи топлива (транспортный режим); 6 – рычаг включения блокировки межосевого дифференциала; 7 – рычаг управления диапазонами; 8 – выключатель аварийного отключения системы хода; 9 – выключатель стояночного тормоза; 10 – пульт управления кондиционером-отопителем;
- 11 – замок-выключатель приборов и стартера; 12 – выключатель режима «ползания»; 13 – выключатель аварийного отключения манипулятора;
- 14 – переключатель наклона площадки манипулятора; 15 – джойстик управления рулем; 17 – педаль ускорения (рабочий режим); 18 – дисплейный модуль управляющей системы Motomit IT;
- 19 – педаль подачи топлива (рабочий режим); 20 – программатор; 21 – рычаг ручной подачи топлива

В кабине установлено мягкое поддрессоренное реверсивное сиденье, которое регулируется по высоте, массе оператора от 60 до 120 кг, вдоль оси харвестера, по углу наклона спинки сиденья. Сиденье оснащено узлами для крепления ремня безопасности.

Для обеспечения удобного доступа к ГСП и системам харвестера кабина может откидываться. Кроме того, кабина имеет звуковую сигнализацию и электроосветительные приборы для безопасной и эффективной работы в различное время суток.

**Облицовка** машин (капот, крышки отсеков, защиты бака и моста, панели, кожухи) обеспечивает защиту отдельных узлов и механизмов, защиту от шума двигателя, удобный доступ к системам машины при ее обслуживании.

К основному **технологическому оборудованию** относится манипулятор и харвестерная головка.

**Манипулятор** крепится на задней полураме и выполняет следующие функции: подъем и опускание стрелы, удлинение рукояти, поворот стрелы. На харвестере установлен манипулятор 1395Н фирмы Kesla (Финляндия).

Общий вид манипулятора показан на рис. 4.15. Он представляет собой манипулятор параллелограммного типа, в котором рукоять с помощью цилиндра перемещения и механизма стабилизации движется линейно по отношению к поверхности земли. При положительном движении цилиндра манипулятор перемещается в направлении от машины, при отрицательном движении цилиндра – к базовой машине. Регулировка высоты манипулятора над землей осуществляется с помощью подъемного цилиндра. Также в данной конструкции имеется возможность наклона стрелы манипулятора.

**Харвестерная головка** 25RH финской фирмы Kesla (рис. 4.16) закреплена на конце рукояти манипулятора. Она объединяет в себе захватные, срезающие, сучкорезные, протаскивающие устройства и ряд других вспомогательных механизмов. С каркасом головки соединены гидроцилиндры 4, осуществляющие перевод ее из вертикального положения для срезания дерева в горизонтальное положение для обрезки сучьев и раскряжевки. Посредством механизма наклона, включающего подвеску 5, через поворотный ротатор каркас головки соединяется с манипулятором. На каркасе смонтированы захватные рычаги, на концах которых размещаются протаскивающие вальцы 10. В верхней части каркаса располагаются два боковых подвижных сучкорезных ножа 1 и один стационарный опорный нож 2,

в нижней части – два подвижных задних ножа 8. Ножи могут иметь индивидуальный привод или кинематически связаны с захватами протаскивающего механизма. Режущие кромки ножей могут быть наплавленные или сменные. В нижней части головки смонтирован срезающий пильный аппарат 6 в виде цепной консольной пилы с блоком автоматики. В центре каркаса между рычагами установлены опорный вращающийся ролик и измерительное колесо датчика отмера для длин выпиливаемых сортиментов.

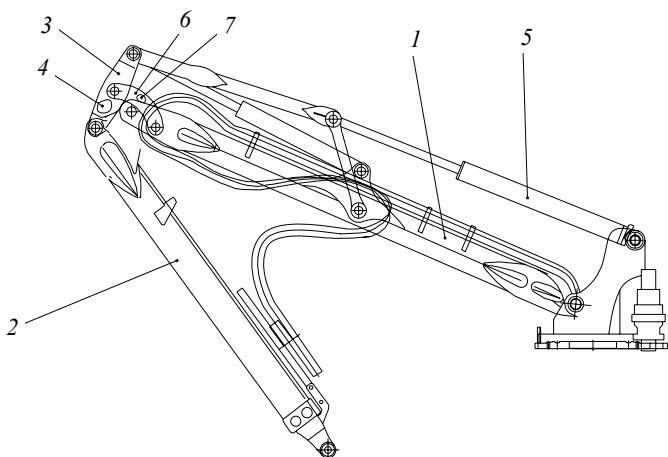


Рис. 4.15. Гидроманипулятор 1395Н:

1 – стрела; 2 – рукоять; 3, 4 – коромысла; 5 – гидросистема; 6, 7 – тяги

Харвестерную головку подводят к комлю дерева при раскрытых протаскивающих вальцах и ножах, которые далее прижимают к стволу. При этом дерево надежно фиксируется в силовом контуре головки между рычагами и каркасом. Дерево спиливается цепной пилой и сталкивается при помощи манипулятора и наклонного (валочного) механизма головки на землю, оставаясь зажатым рычагами. Далее протаскивающий механизм начинает перемещать дерево относительно сомкнутых по стволу сучкорезных ножей, обрезая при этом сучья. По мере продвижения ствола вдоль головки производится автоматический отмер длины очищенной от сучьев части. При достижении заданной длины оператор включает в работу пильный механизм (тот же, что используется для валки дерева), который выполняет поперечный рез ствола. Выпиленный сортимент падает на землю.



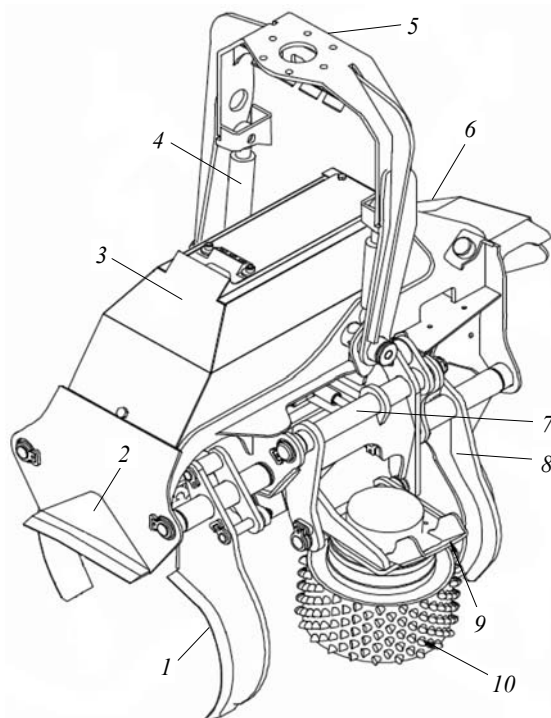


Рис. 4.16. Харвестерная головка:

- 1 – подвижные передние сучкорезные ножи;  
2 – неподвижный сучкорезный нож; 3 – кожух гидросистемы;  
4 – гидроцилиндр наклона головки; 5 – подвеска; 6 – установка  
пильного аппарата; 7 – ось протаскивающих валцов;  
8 – подвижные задние сучкорезные ножи; 9 – поворотная ось  
протаскивающих валцов; 10 – протаскивающие валцы

Вместо данной головки на харвестер можно монтировать другие, например, оснащенные дополнительно установленными рычагами для обработки нескольких стволов деревьев или ножевым срезающим устройством для срезания тонкомерной древесины. Такая конструкция харвестерных головок позволяет применять машины на заготовке как деловой древесины, так и древесины для энергетических целей.

Все харвестерные головки управляются высокочувствительными мини-джойстиками. С помощью компьютерных систем контролируется

гидравлика, измеряется длина, диаметр сортиментов и их объем, с учетом породы и диаметров выбирается рациональная схема раскряжевки хлыстов.

**Электросистема** выполнена по однопроводной схеме с «минусом» на корпусе машины и имеет напряжение 24 В постоянного тока. Электросистема предназначена для снабжения электроэнергией потребителей, пуска двигателя, управления подогревателями двигателя и кабины, приборов контроля и сигнализации, управления манипулятором и харвестерной головкой, коробкой перемены передач и подсветкой транспортного и рабочего освещения, внешней световой сигнализации.

В качестве источников энергии на харвестере установлены две соединенные последовательно аккумуляторные батареи емкостью 190 А · ч и напряжением 12 В, которые работают в буфере с генератором напряжением 28 В и максимальной мощностью 2,2 кВт.

Особенностью электросистемы является наличие бесконтактного конечного выключателя, установленного на поворотном кресле оператора. При развороте кресла в рабочее положение конечный выключатель разрешает управление манипулятором двумя джойстиками, смонтированными в подлокотники. В транспортном положении управление манипулятором блокируется.

Для защиты цепей электропотребителей от коротких замыканий на машине установлены блоки плавких предохранителей.

**Харвестер «Амкодор 2541»** (см. рис. II на вкладке между с. 112 и 113) предназначен для проведения рубок промежуточного пользования, а также рубок главного пользования в мелких и средней крупности насаждениях. Принцип работы и основные узлы аналогичны машине «Амкодор 2551». Отличием является база машины, которая имеет колесную формулу 4К4 (рис. 4.17), а также гидромеханическая коробка передач вместо гидростатического привода.

Основные технические данные харвестера «Амкодор 2541» приведены в табл. 4.3.

Все основные узлы и системы машины размещены на раме, которая включает две полурамы, соединенные шарнирно (см. рис. 4.18 на с. 88).

На харвестере установлены два *ведущих моста* – передний (подмоторный) и задний. Мосты имеют главную передачу и дифференциал в центральном редукторе, конечную планетарную передачу и многодисковый тормоз в колесном редукторе, самоблокирующую подвеску в рабочем режиме и принудительную блокировку дифференциала.

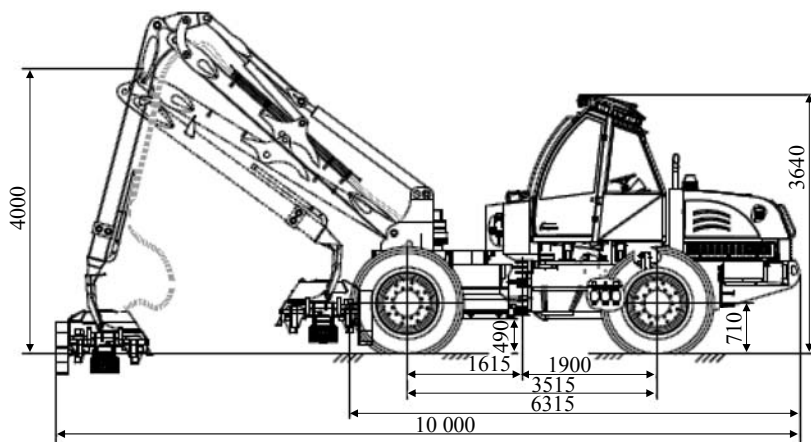


Рис. 4.17. Общий вид харвестера «Амкор 2541»

Таблица 4.3

**Техническая характеристика харвестера «Амкор 2541»**

Показатель	Значение
Длина в транспортном положении, мм	10 000
Ширина по колесам, мм	2 725
Высота, мм	4 000
Минимальный радиус поворота, м, не более	6,5
Клиренс, мм	500
База, мм	3 515
Колея, мм	2 100
Масса эксплуатационная, кг	14 000
Марка двигателя	Д-260.9S2
Мощность эксплуатационная, кВт	132
Тип трансмиссии	Гидромеханическая
Количество передач:	
– вперед	4
– назад	2
Угол качания переднего моста, град	±15
Угол складывания шарнирно-сочлененной рамы, град	±40
Шины передние и задние	620/75R26 Бел-93 (камерные 620-26)
Давление в шинах, МПа	0,3

Окончание табл. 4.3

Показатель	Значение
Марка гидроманипулятора	1395H
Марка харвестерной головки	20RH
Максимальный диаметр распила, мм	520
Максимальное раскрытие валцов, мм	450
Скорость подачи, м/с, не более	5
Усилие протаскивания дерева, кН	23
Масса головки с ротатором, кг	620
Гидросистема технологического оборудования	Объединенная для технологического оборудования и рулевого управления
Тип гидрораспределителя	Шестисекционный с электрогидравлическим управлением
Тип насоса	Регулируемый, аксиально-поршневой (1 шт.)
Номинальное напряжение электросистемы, В	24
Емкость аккумуляторной батареи (АКБ), А · ч	2×190
Емкость топливного бака, л	220
Емкости гидравлических баков, л	180
80%-ный ресурс до первого капитального ремонта, мото-ч, не менее	10 000

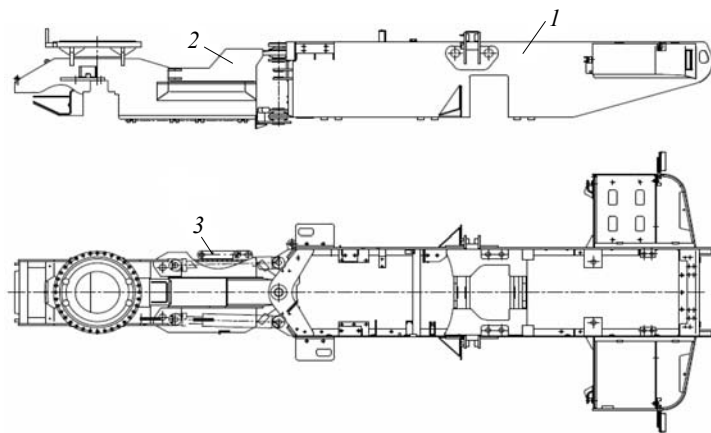


Рис. 4.18. Рама харвестера «Амкодор 2541»:  
 1, 2 – передняя и задняя полурамы соответственно;  
 3 – звено безопасности

Гидросистема харвестера состоит из следующих контуров: рабочего оборудования и рулевого управления; блокировки моста; тормозов. Питание всех контуров рабочей жидкостью осуществляется из гидробака, который оборудован указателем уровня жидкости и температуры, а также датчиком-гидросигнализатором уровня жидкости, фильтром и заправочной горловиной.

Технологическое оборудование харвестера (рис. 4.19) расположено на задней полураме и включает гидроманипулятор 1395Н, ротор, харвестерную головку 20RH.

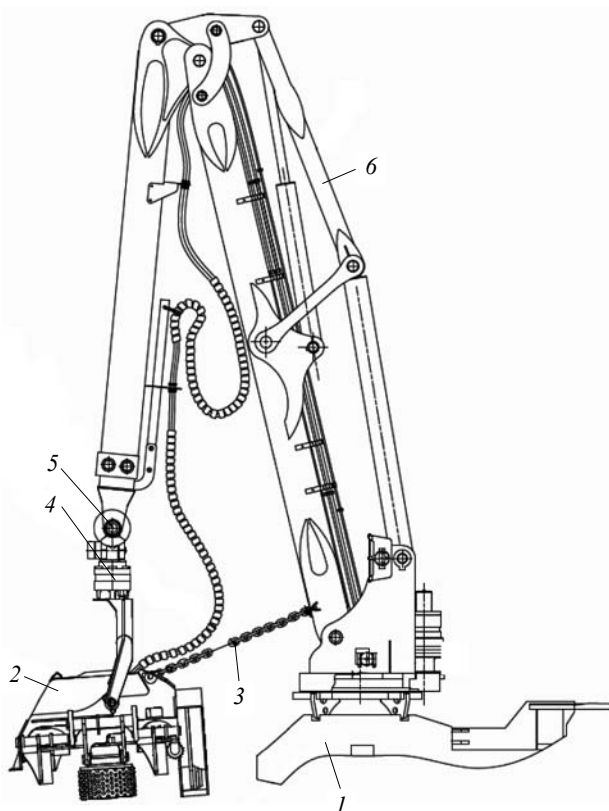


Рис. 4.19. Технологическое оборудование харвестера «Амкодор 2541»:  
1 – полурама; 2 – харвестерная головка; 3 – фиксирующая цепь; 4 – ротор;  
5 – ось качения с тормозным устройством; 6 – гидроманипулятор

В отличие от «Амкодор 2551» опорное устройство манипулятора не имеет функции наклона вперед/назад. При транспортировке харвестерная головка фиксируется цепью к стреле манипулятора.

Размерная схема манипулятора, зависимость грузоподъемности манипулятора от вылета и его рабочая зона приведены на рис. 4.20.

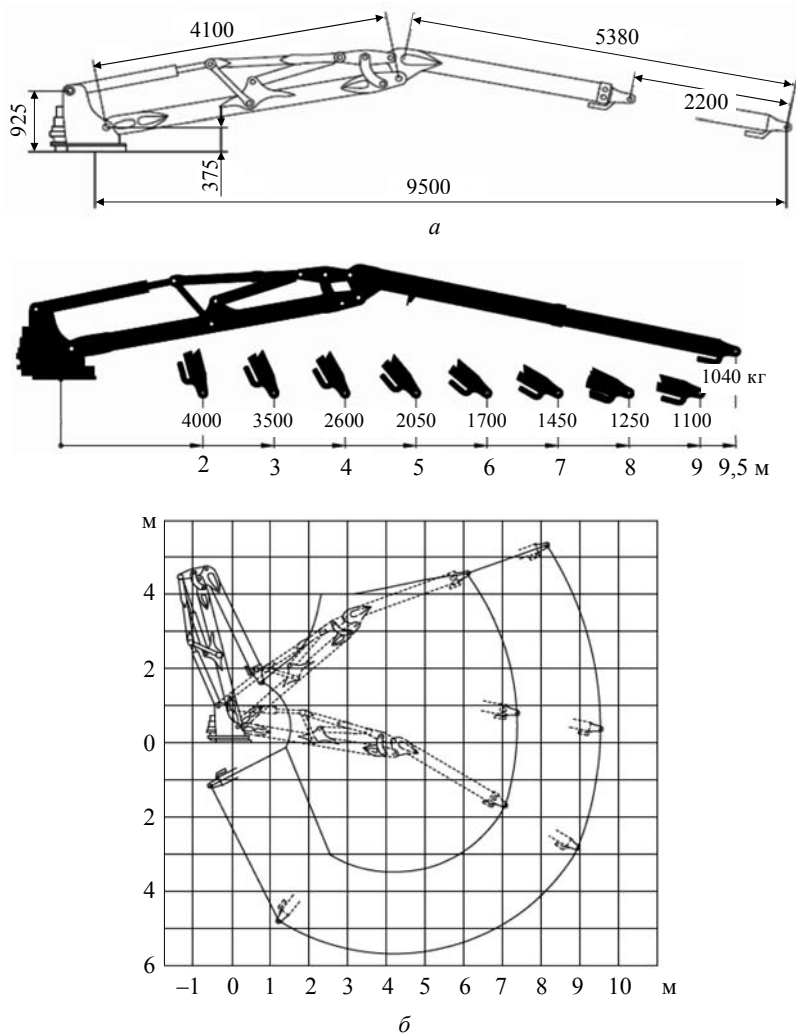


Рис. 4.20. Размерная схема (а) и грузоподъемность (б) манипулятора FN 1395

Управление технологическим оборудованием харвестера осуществляется с помощью бортового ЭВМ и управляющей системы Motomit IT, которая для удобства работы имеет дисплейный модуль. На нем находятся клавиши для работы с системой, дисплей и приемник для карты флэш-памяти.

Для запоминания длин сортиментов служит программатор, каждая микрокнопка которого программируется на нужный оператору размер сортимента.

На ОАО «Амкодор» разрабатывают харвестер «Амкодор 2583» с колесной формулой 8К8 (рис. 4.21) для эксплуатации в условиях заболоченных труднодоступных лесосек при проведении рубок главного пользования, а также при работе в крупномерных насаждениях. Такая компоновка позволяет уменьшить давление движителя на почвогрунты за счет более равномерного его распределения и увеличения площади контакта с опорной поверхностью.

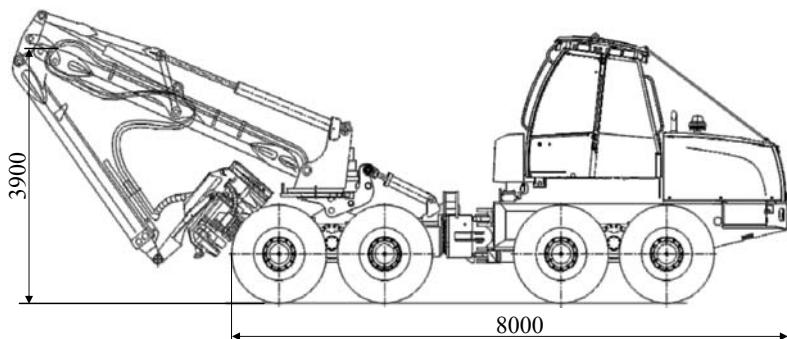


Рис. 4.21. Общий вид харвестера «Амкодор 2583»

Основные технические характеристики харвестера «Амкодор 2583» представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Техническая характеристика харвестера «Амкодор 2583»

Показатель	Значение
Длина без манипулятора, мм	8 000
Ширина по колесам, мм	2 878
Высота, мм	3 900
Минимальный радиус поворота, м, не более	6,8

Окончание табл. 4.4

Показатель	Значение
Клиренс, мм	600
База, мм	4 005
Масса эксплуатационная, кг	21 000
Тип трансмиссии	Гидромеханическая
Максимальное тяговое усилие, кН	200
Максимальная скорость движения, км/ч	28
Угол складывания шарнирно-сочлененной рамы, град	±40
Марка гидроманипулятора	Kesla 1610
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	10
Максимальный подъемный момент, кН · м	160 (брутто)
Марка харвестерной головки	Kesla 30RH
Максимальный диаметр распила, мм	750
Максимальное раскрытие вальцов, мм	700
Масса головки с ротатором, кг	1 280
Номинальное напряжение электросистемы, В	24
Емкость АКБ, А · ч	2×190
Емкости гидравлических баков, л	350

В перспективных разработках предприятия также находится **машина «Амкодор 2531»** с колесной формулой 4К4 для рубок промежуточного пользования (прочисток, прореживаний) с меньшими габаритами по сравнению с «Амкодор 2541». Основные проектные характеристики данного харвестера приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

**Техническая характеристика харвестера «Амкодор 2531»**

Показатель	Значение
Длина без манипулятора, мм	5 500
Ширина по колесам, мм	2 300
Высота, мм	3 500
Минимальный радиус поворота, м, не более	5
Клиренс, мм	500
База, мм	2 800
Колея, мм	1 700
Масса эксплуатационная, кг	9 000
Марка двигателя	Д-245.2S3A
Мощность эксплуатационная, кВт	88
Тип трансмиссии	Гидростатическая



Окончание табл. 4.5

Показатель	Значение
Максимальное тяговое усилие, кН	90
Максимальная скорость движения, км/ч	26
Угол складывания шарнирно-сочлененной рамы, град	$\pm 40$
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	7,13
Максимальный подъемный момент, кН · м	55 (брутто)
Максимальный диаметр распила, мм	450
Емкость топливного бака, л	200
Емкости гидравлических баков, л	180

Уже созданные и разрабатываемые харвестеры на ОАО «Амкордор» позволяют обеспечить освоение лесосечного фонда практически для всех условий эксплуатации в Республике Беларусь, как при проведении рубок главного пользования, так и промежуточного с обеспечением выполнения современных требований в области безопасности труда и экологичности лесозаготовок.

### 4.3. Погрузочно-транспортные машины (форвардеры)

**Форвардер «Амкордор 2661-01»** предназначен для сбора заготовленных на лесосеке сортиментов, их погрузки с попутной подсортировкой и транспортировки в погруженном положении на верхний склад, а также для выполнения погрузочно-разгрузочных работ и операций штабелевки древесины. Машина работает в системе с бензиномоторной пилой или с харвестером.

Форвардер «Амкордор 2661-01» является исполнением форвардера «Амкордор 2661» (см. рис. III и XVI на вкладке между с. 112 и 113) и отличается удлиненной грузовой платформой. Он может эксплуатироваться в различных климатических условиях при температуре от  $-30$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

*Принцип работы форвардера* заключается в следующем. Оператор осуществляет холостой ход, направляя форвардер вглубь пасеки. Сбор сортиментов производится при движении форвардера в грузовом направлении (к верхнему складу), для чего оператор останавливает машину на технологической стоянке, выбирая при этом наилучшую позицию для размещения. Наилучшей является позиция,

при которой оператор может беспрепятственно просматривать зону работы и следить за положением захвата. Оператор подводит захват к центру тяжести выбранного сортимента (сортиментов), захватывает его и, плавно перемещая, укладывает на грузовую платформу. Далее машина перемещается к следующей технологической стоянке, и цикл повторяется. При этом в процессе погрузки выполняется операция подсортировки сортиментов по длинам, т. е. за один рейс форвардер осуществляет сбор сортиментов одной длины. После заполнения платформы стрела манипулятора укладывается поверх пачки, раскрытый захват фиксируется на погруженных сортиментах. Затем форвардер совершает рабочий ход, направляясь к месту разгрузки (например, к верхнему складу), где выгружает сортименты с укладкой их в штабеля.

Форвардер (рис. 4.22) представляет собой колесную БКБ самоходную машину, основными частями которой являются: силовая установка 4, установка гидромеханической передачи (ГМП) 3, мосты и колеса 13, карданная передача 11, технологическое оборудование 1 (гидроманипулятор, ротатор, грейферный захват, грузовая платформа со стойками коников, щит), органы управления 10, рама 12, гидросистема рулевого управления 7, электросистема 6, облицовка 5, кабина 2, гидросистема тормозов 8, гидросистема подъема кабины 9.

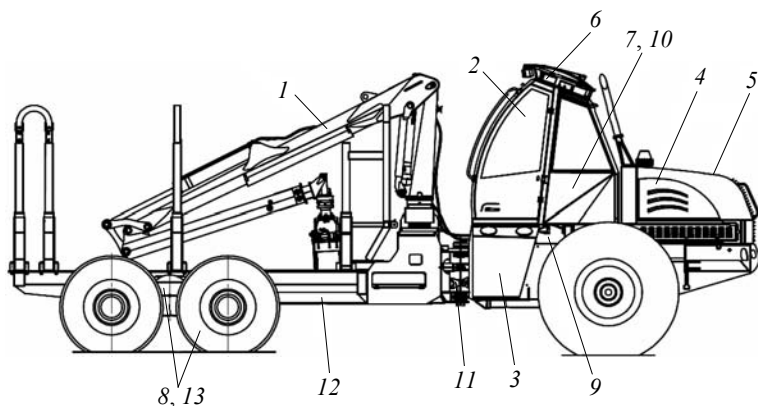


Рис. 4.22. Общий вид форвардера «Амкодор 2661-01»:

- 1 – технологическое оборудование; 2 – кабина; 3 – установка ГМП;
- 4 – силовая установка; 5 – облицовка; 6 – электросистема;
- 7 – гидросистема рулевого управления; 8 – гидросистема тормозов;
- 9 – гидросистема подъема кабины; 10 – органы управления;
- 11 – карданная передача; 12 – рама; 13 – мосты и колеса

Базовая машина форвардера имеет компоновку, аналогичную базовой машине харвестера «Амкодор 2551», и достаточную степень унификации в данной линейке оборудования.

Движение форвардера производится за счет передачи крутящего момента от двигателя через постоянно замкнутое сцепление и редуктор отбора мощности с помощью карданных валов 11 на гидромеханическую передачу 3 и далее на ведущие мосты 13.

Основные технические данные форвардера «Амкодор 2661-01» приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

**Техническая характеристика форвардера «Амкодор 2661-01»**

Показатель	Значение
Длина в транспортном положении, мм	9 600
Ширина по колесам, мм	2 900
Высота, мм	3 760
Минимальный радиус поворота, м, не более	10,05
Клиренс, мм	580
База, мм	5 690
Колея, мм	2 100
Масса эксплуатационная, кг	15 400
Грузоподъемность, кг	12 000
Максимальная длина перевозимых сорти- ментов, м	7
Марка двигателя	Д-260.1
Мощность эксплуатационная, кВт	114
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин <sup>-1</sup>	2 100
Удельный расход топлива в режиме эксплуа- тационной мощности, г/(кВт · ч)	227
Расход топлива, л/мото-ч	20
Тип трансмиссии	Гидромеханическая
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч	0–28/0–21,9
Передний (подмоторный) мост	Жесткосблочный с рамой
Задний мост	Балансирная тележка с принуди- тельно блокируемым дифферен- циалом, стояночным тормозом
Максимальное тяговое усилие, кН	155
Угол качания переднего моста, град	±15
Угол складывания шарнирно-сочлененной рамы, град	±40

Окончание табл. 4.6

Показатель	Значение
Шины:	
– передние	30,5L-32LS
– задние	700/50-26,5
Давление воздуха в передних/задних шинах, МПа	0,18/0,30
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	8,2
Максимальный подъемный момент, кН · м	80
Угол поворота манипулятора в горизонтальной плоскости, град	380
Масса манипулятора (без захвата), кг	1 425
Максимальное давление в гидросистеме технологического оборудования, МПа	26
Диаметр захватываемых сортиментов, мм	75–600
Номинальное напряжение электросистемы, В	24
Емкость топливного бака, л	200
Емкость гидравлического бака, л	100
Уровень звука на рабочем месте, дБА	80
80%-ный ресурс до первого капитального ремонта, мото-ч, не менее	10 000
Средняя наработка на отказ, мото-ч, не менее	330

На форвардере установлены два ведущих моста – передний (подмоторный) и задний. Задний мост – балансирный, жестко крепится к задней полураме. Передний мост установлен на жесткую балансирную рамку, которая качается в плоскости, перпендикулярной к оси форвардера.

**Рам**а форвардера (рис. 4.23) представляет собой две полурамы, соединенные шарнирами с общей вертикальной осью. На задней полураме 1 размещено технологическое оборудование. Щит и коники имеют возможность перемещаться вдоль оси задней полурамы. На передней полураме 2 размещены: силовая установка, трансмиссия, кабина, в которой расположены органы управления, сиденье оператора, пульта, позволяющие вести контроль за работой систем и сборочных единиц.

**Силовой установкой** (рис. 4.24) является шестицилиндровый, рядный, четырехтактный дизельный двигатель Д-260.1, смонтированный на передней полураме форвардера. Система питания двигателя состоит из топливного бака 4, топливопровода 2, подводящего топливо к фильтру дизеля, и сливного трубопровода 3. Топливный бак установлен между лонжеронами передней полурамы под двигателем.

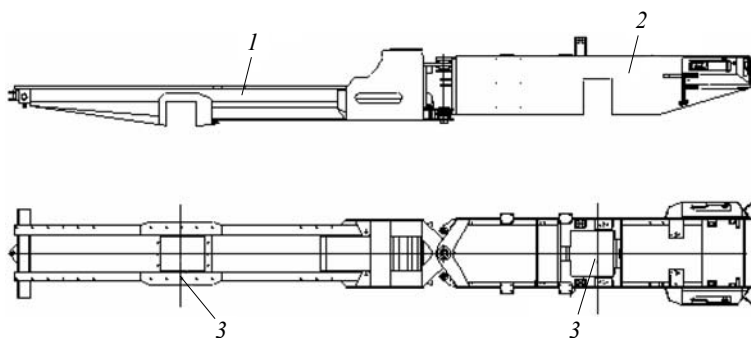


Рис. 4.23. Рама форвардера «Амкодор 2661-01»:  
1, 2 – задняя и передняя полурамы соответственно; 3 – оси мостов

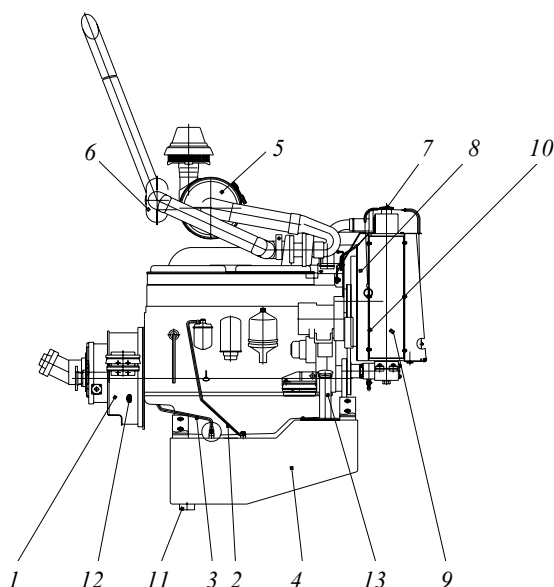


Рис. 4.24. Двигатель форвардера «Амкодор 2661-01» и его системы:  
1 – редуктор отбора мощности; 2 – подводящий топливопровод;  
3 – сливной трубопровод; 4 – топливный бак; 5 – воздухоочиститель;  
6 – глушитель; 7 – пробка радиатора; 8 – водяной радиатор; 9 – масляный  
радиатор (охлаждение ГМП); 10 – шторка радиатора; 11 – сливной штуцер;  
12 – эластичная муфта; 13 – заливная горловина

Для заправки бака топливом имеется горловина 13 с фильтром, закрываемая пробкой. Слив остатков топлива осуществляется через штуцер 11 на днище топливного бака. Для измерения уровня топлива бак оснащен поплавковым датчиком.

К системе охлаждения двигателя относятся: водяной радиатор 8, смонтированный за двигателем на кронштейнах полурамы, и коммуникации подвода охлаждающей жидкости к двигателю. Радиатор имеет заливную горловину с пробкой 7. Слив осуществляется через кран, расположенный на трубопроводе, отводимом от нижнего бачка радиатора. За масляным радиатором 9 установлена шторка 10, регулирующая тепловой режим работы двигателя. Для обеспечения гашения пламени и снижения шума выхлопа двигателя на нем предусмотрен глушитель 6.

**Гидромеханическая трансмиссия** форвардера предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к колесам и включает редуктор отбора мощности, гидромеханическую передачу (ГМП), карданную передачу и ведущие мосты. Она имеет два диапазона, переключение передач осуществляется под нагрузкой в пределах диапазона, диапазоны переключаются механически на остановленной машине.

**Редуктор отбора мощности** предназначен для независимого отбора мощности на привод насосов технологического оборудования и тормозной системы, передачи крутящего момента на гидротрансформатор ГМП и получения наиболее выгодного режима совместной работы двигателя и гидротрансформатора. Крутящий момент от двигателя на редуктор отбора мощности передается с помощью эластичной муфты, также как у харвестера «Амкодор 2551».

Редуктор крепится болтами к картеру маховика двигателя. Шлицевой конец входного вала редуктора вводится в шлицевой фланец эластичной муфты. Входной вал редуктора через зубчатую передачу постоянно вращает насос технологического оборудования и насос тормозной системы. Через фланец крутящий момент передается на закрепленный на нем карданный вал и далее на гидротрансформатор ГМП.

**Гидромеханическая передача** на кронштейнах закреплена на раме форвардера и включает в себя гидродинамический преобразователь момента (гидротрансформатор) и механическую коробку перемены передач. Для охлаждения масла в ГМП за водяным

радиатором двигателя установлен масляный радиатор, который гидравлическими рукавами связан с ГМП. Гидротрансформатор передает механическую энергию через циркулирующий поток жидкости и автоматически бесступенчато изменяет крутящий момент в зависимости от внешней нагрузки. Он обеспечивает устойчивую работу двигателя при изменении внешней нагрузки, сглаживает динамические нагрузки и увеличивает долговечность двигателя и трансмиссии. Коробка передач представляет собой агрегат, который преобразует крутящий момент и частоту вращения по величине и направлению. Преобразование осуществляется с помощью зубчатых передач постоянного зацепления ступенчато – от передачи к передаче. Переключение передач в пределах каждого диапазона производится под нагрузкой многодисковыми фрикционными муфтами – фрикционными, а с диапазона на диапазон – зубчатой муфтой.

*Карданная передача* предназначена для передачи крутящего момента от редуктора отбора мощности к ГМП и от ГМП к ведущим мостам форвардера. Карданная передача (рис. 4.25) состоит из карданного вала 1, соединяющего редуктор отбора мощности и ГМП; карданного вала 2 привода переднего моста; карданной передачи привода заднего моста, состоящей из карданных валов 3–5, промежуточной опоры 6 и редуктора-мультипликатора 7.

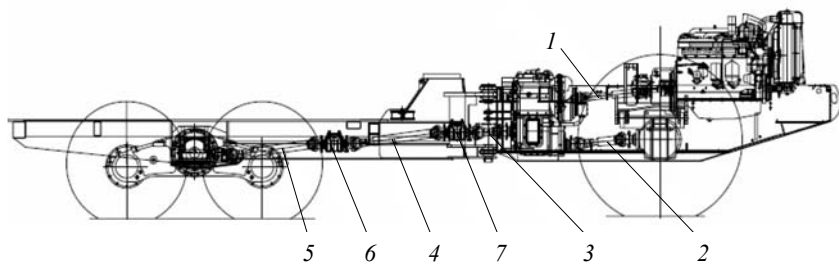


Рис. 4.25. Карданная передача форвардера «Амкодор 2661-01»:  
1–5 – карданные валы; 6 – промежуточная опора; 7 – редуктор

На машине установлены два *ведущих моста* – передний и задний. Конструкция переднего моста выполнена аналогично мосту харвестера «Амкодор 2551». Установка моста на балансирную рамку приведена на рис. 4.26.

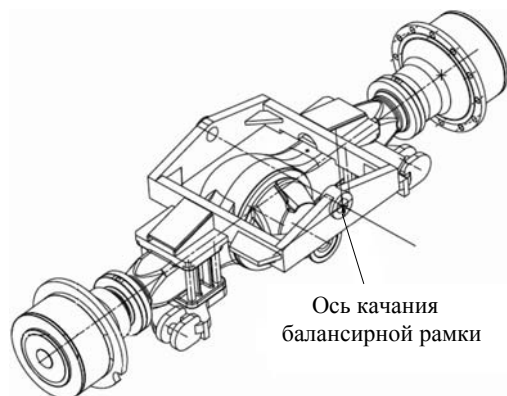


Рис. 4.26. Установка переднего моста на балансирную рамку

Задний мост – балансирный с принудительно включаемым дифференциалом и стояночным тормозом. Мост неуправляемый и крепится к выступам полурамы. В качестве рабочего и стояночного тормоза внутри несущей балки моста установлены дисковые тормоза. Общий вид тандема заднего балансирного моста показан на рис. 4.27.

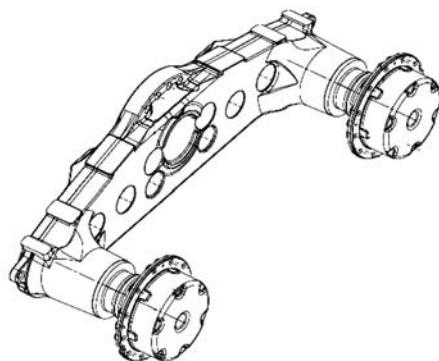


Рис. 4.27. Тандем заднего моста

**Гидросистема форвардера** состоит из следующих контуров: привода технологического оборудования, привода рулевого управления, привода тормозов.

Питание всех контуров рабочей жидкостью осуществляется из гидробака, который имеет заправочную горловину с фильтром,



сливное отверстие с магнитной пробкой, датчик-гидросигнализатор, указатель уровня жидкости и температуры.

Принципиальная гидравлическая схема представлена на рис. 4.28, где Б – бак гидравлический, Н – насос, Ф – фильтр, Р – гидрораспределитель, НД – насос-дозатор.

*Контур привода рабочего оборудования* состоит из насоса Н, гидроуправляемого шестисекционного гидрораспределителя Р, гидроцилиндра стрелы, гидроцилиндра рукояти, гидроцилиндра телескопа, гидроцилиндра захвата, гидроцилиндров механизма поворота колонны, линии управления ротатором.

Насос Н подает рабочую жидкость из гидробака через фильтр Ф к гидрораспределителю Р с предохранительным клапаном, ограничивающим давление в приводе и отрегулированным на давление 24 МПа. Распределение потока рабочей жидкости в гидрораспределителе выполняется по параллельной схеме.

Первая секция гидрораспределителя осуществляет управление гидроцилиндром привода захвата. Для предотвращения самопроизвольного раскрытия (закрытия) захвата в линии подвода рабочей жидкости к гидроцилиндру установлены гидрозамок и обратнодросселирующий клапан. Вторая секция служит для управления поворотом ротатора; третья управляет гидроцилиндром телескопа; четвертая – гидроцилиндром рукояти; пятая секция гидрораспределителя служит для управления гидроцилиндром стрелы, а шестая – управляет цилиндрами механизма поворота колонны манипулятора.

*Контур привода рулевого управления* состоит из насоса-дозатора НД, гидрораспределителя Р, рулевых гидроцилиндров.

Насос Н подает рабочую жидкость из гидробака Б через фильтр Ф к секции гидрораспределителя Р. При вращении рулевого колеса происходит переадресация потока рабочей жидкости в насос-дозатор НД и далее в соответствующие полости гидроцилиндров рулевого управления, которые осуществляют поворот шарниросочлененных передней и задней полурам.

*Тормозная система* форвардера включает: рабочую (основную) тормозную систему, которая действует на все колеса и управляется педалью из кабины оператора; стояночную тормозную систему, действующую на все колеса задней тележки. Тормозной механизм установлен в тележке заднего моста и управляется из кабины оператора. Стояночный тормоз выполняет функции запасного (аварийного) тормоза при полном отказе рабочей тормозной системы.

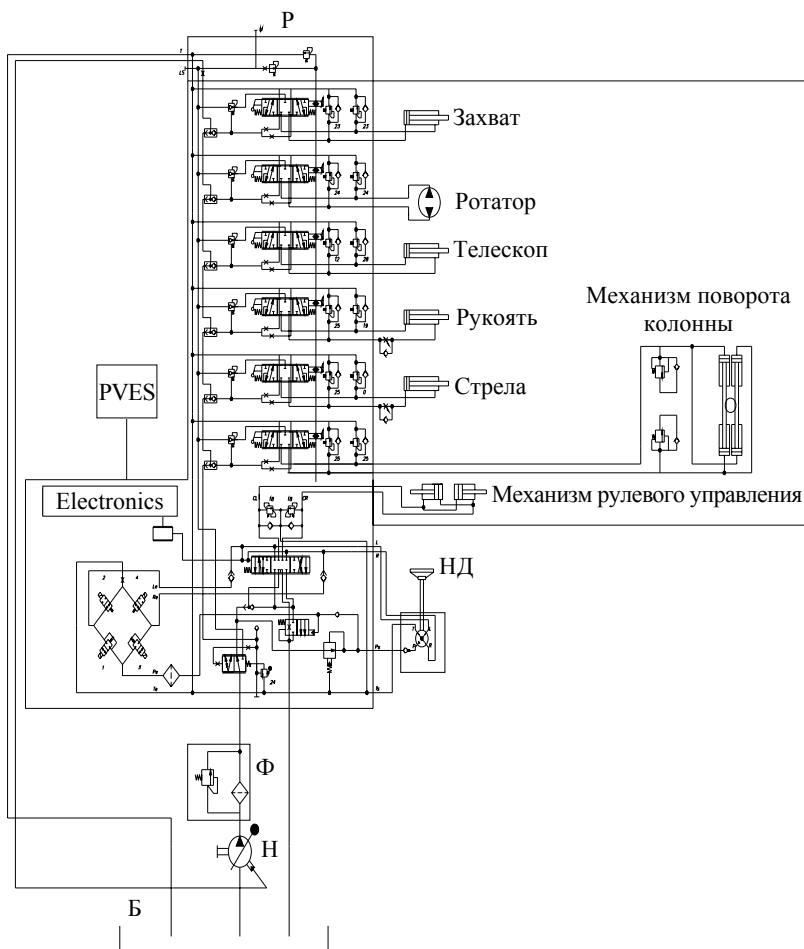


Рис. 4.28. Принципиальная гидравлическая схема  
форвардера «Амкодор 2661-01»

**Кабина** форвардера одноместная, металлическая, сварная. Для обеспечения удобного доступа к ГМП и системам форвардера кабина откидывается. Кабина имеет защиту, гарантирующую безопасность оператора в случае опрокидывания форвардера, а также звуковую сигнализацию и электроосветительные приборы для безопасной работы.

Для обеспечения передвижения и работы форвардера в кабине расположены органы управления. Расположение и назначение рычагов и педалей управления показаны на рис. 4.29.

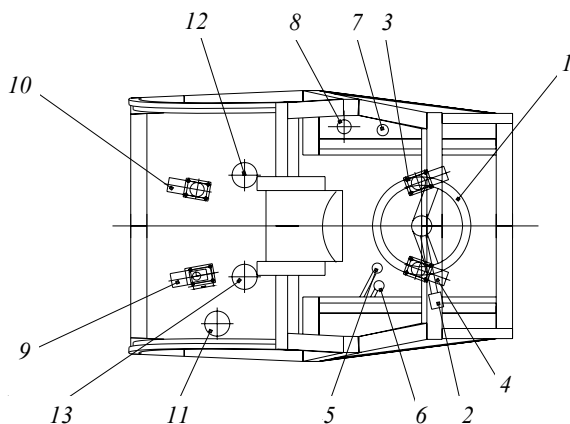


Рис. 4.29. Расположение рычагов и педалей управления форвардером «Амкодор 2661-01»:

- 1 – гидравлический руль; 2 – рычаг управления коробкой передач;
- 3, 9 – педали тормоза; 4, 10 – педали газа; 5 – рычаг включения переднего моста; 6 – рычаг переключения диапазонов;
- 7 – тросик глушения двигателя; 8 – рычаг включения стояночного тормоза;
- 11 – джойстик управления ходом и поворотом форвардера;
- 12, 13 – джойстики управления манипулятором

Управление манипулятором активируется при развороте кресла в рабочее положение и блокируется при установке кресла в транспортное положение. Управление технологическим оборудованием включает левый и правый джойстики управления манипулятором и кнопку аварийного отключения манипулятора. На заднем стекле кабины форвардера расположены таблички управления манипулятором.

К **технологическому оборудованию** форвардера относится гидроманипулятор с ротатором и грейферным захватом, грузовая платформа со стойками коников и щитом.

*Гидроманипулятор* крепится на задней полураме. К функциям манипулятора относятся: подъем и опускание рукояти, удлинение стрелы, поворот стрелы в горизонтальной плоскости.

На форвардер устанавливается манипулятор Kesla 600-1, ротатор (фирм Sampo, Baltrotors и др.) и захват Kesla F29. Под заказ

может монтироваться манипулятор Kesla 600T с двойным телескопом и вылетом 10,3 м. Для форвардеров, поставляемых на рынок Российской Федерации, устанавливают манипуляторы российского производства (ООО «Велмаш-С») с характеристиками, аналогичными манипуляторам Kesla. Грейферный захват имеет сечение 0,29 м<sup>2</sup>.

Каждый коник и щит крепятся к задней полураме с помощью четырех болтов. На конике установлены кронштейны для крепления регистрационного знака и задних фонарей. В зависимости от длины перевозимого сортамента коники и щит могут быть перемещены относительно продольной оси грузовой платформы с шагом 190 мм. Для этого в задней полураме предусмотрены дополнительные отверстия под крепления. При необходимости один коник можно снять.

Общий вид гидроманипулятора представлен на рис. 4.30. Манипулятор состоит из поворотного устройства 7, стрелы 6, рукояти 8 и четырех тяг 1–4. На конце рукояти имеется серьга, на которую через ротатор устанавливается грейферный захват. В отличие от харвестера, где поворот стрелы манипулятора в горизонтальной плоскости осуществляется при помощи гидромотора, планетарного редуктора и открытой зубчатой передачи с внутренним зацеплением, в данной конструкции поворот колонны производится при помощи двух зубчатых реек, которые, перемещаясь в противоположных направлениях, поворачивают шестерню вертикальной оси и, соответственно, саму колонну манипулятора.

Общий вид *грузовой платформы форвардера с кониками и щитом* приведен на рис. 4.31.

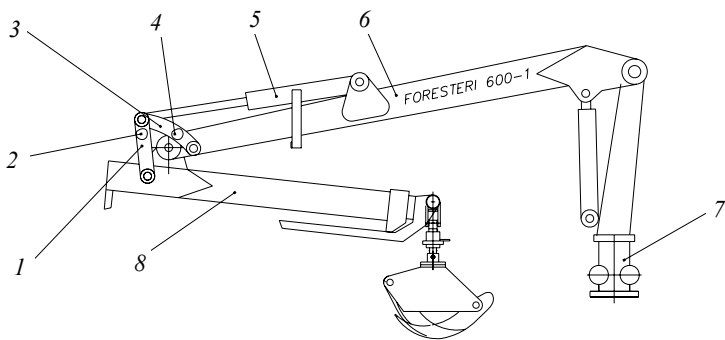


Рис. 4.30. Гидроманипулятор форвардера «Амкодор 2661-01»: 1–4 – тяги; 5 – гидросистема; 6 – стрела; 7 – поворотное устройство; 8 – рукоять

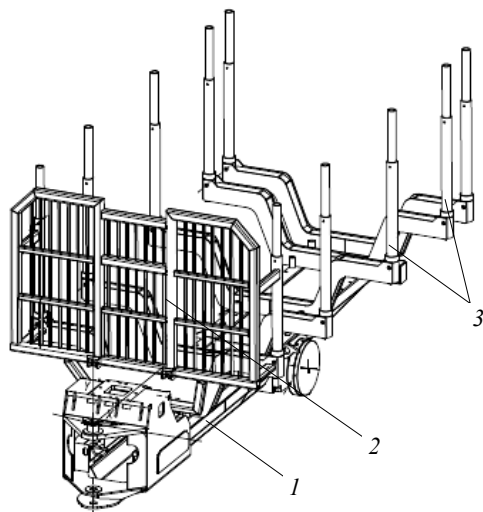


Рис. 4.31. Грузовая платформа форвардера «Амкодор 2661-01»:  
1 – задняя полурама; 2 – щит; 3 – коники

**Электросистема** выполнена по той же схеме, что и у харвестера «Амкодор 2551» с аналогичными источниками энергии. Она включает системы: предпускового подогрева двигателя; пуска двигателя; контроля и сигнализации; освещения, внешней световой и звуковой сигнализации; управления ходом машины; управления манипулятором; элементы комфорта (кондиционер-отопитель, магнитолы, стеклоочистители со стеклоомывателями).

**Форвардеры «Амкодор 2662 и 2662-01»** выполнены по компоновочной схеме аналогично машине «Амкодор 2661-01», но имеют некоторые конструктивные и технические отличия. На них установлен более мощный дизельный двигатель Д-260.9S2 номинальной мощностью 132 кВт, гидробак емкостью 140 л вместо бокового имеет наднасосное расположение, появился редуктор отключения заднего моста. С целью снижения воздействия на раму деформаций кручения вместо балансирного переднего моста полурамы соединены посредством вертикально-горизонтального шарнира. Увеличена грузоподъемность машины до 14 000 кг, установлен гидроманипулятор Kesla 700, а также грузовая платформа вместо четырех имеет пять пар стоек коников. Внесены изменения в гидросистему, которая дополнительно имеет контуры блокировки полурам и отключения моста.

Форвардер «Амкодор 2662-01» дополнительно оснащается активным отвалом, который устанавливается на передней полураме и предназначен для штабелевочных и других вспомогательных работ.

Общий вид форвардера «Амкодор 2662» и его основные размеры приведены на рис. 4.32.

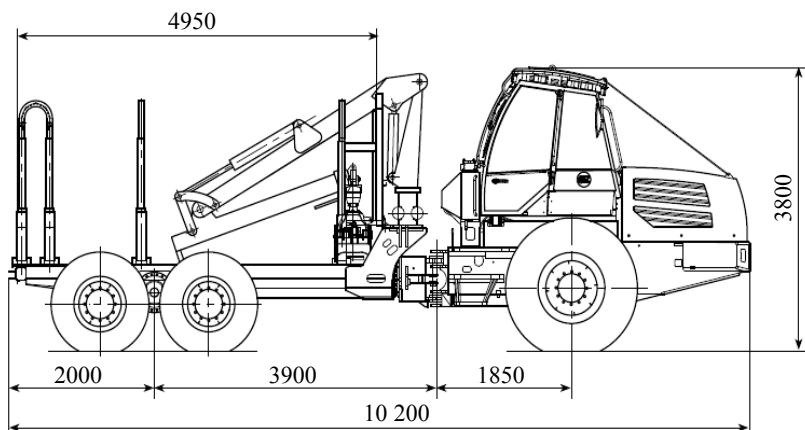


Рис. 4.32. Общий вид форвардера «Амкодор 2662»

**Форвардеры «Амкодор 2682 и 2682-01»** (см. рис. IV на вкладке между с. 112 и 113) отличаются базой с колесной формулой 8К8 и предназначены для работы на лесосеках с низкой несущей способностью грунтов (рис. 4.33).

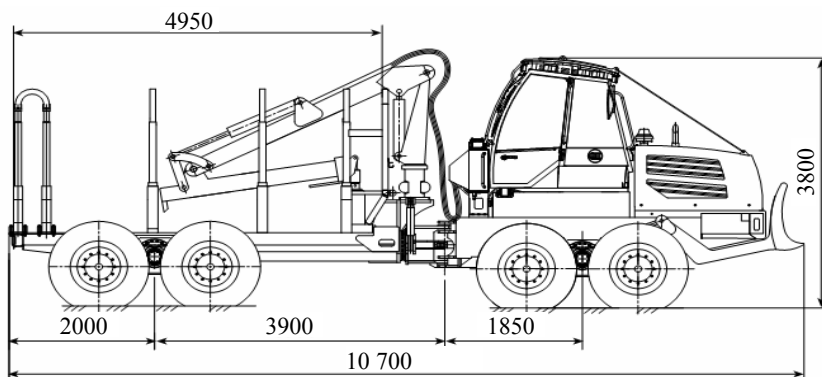


Рис. 4.33. Общий вид форвардера «Амкодор 2682-01»

На форвардерах вместо фиксированного переднего моста устанавливается тандемный балансирный мост. Машины имеют повышенную проходимость за счет меньшего удельного давления движителя на почвогрунты.

Форвардер «Амкодор 2682-01» дополнительно оснащается активным отвалом.

Основные технические данные форвардеров «Амкодор 2662 и 2682-01» представлены в табл. 4.7.

Таблица 4.7

**Технические характеристики форвардеров «Амкодор 2662 и 2682-01»**

Показатель	Значение	
	Амкодор 2662	Амкодор 2682-01
Длина в транспортном положении, мм	10 200	10 700
Ширина по колесам, мм	2 900	
Высота по кабине, мм	3 800	
Минимальный радиус поворота, м	13	
Клиренс, мм	580	
База, мм	5 750	
Колея, мм	2 150	
Масса эксплуатационная, кг	16 500	20 000
Грузоподъемность, кг	14 000	
Максимальная длина перевозимых сортиментов, м	7	
Марка двигателя	Д-260.9S2	
Тип двигателя	Шестицилиндровый, рядный, четырехтактный дизель с турбонаддувом	
Мощность эксплуатационная, кВт	124,6	
Тип трансмиссии	Гидромеханическая, два диапазона	
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч	0–28/0–21,9	0–27,5/0–21,9
Передний (подмоторный) мост	Жесткосочлененный с рамой	Балансирная тележка
Задний мост	Балансирная тележка с принудительно блокируемым дифференциалом, стояночным тормозом	
Угол качания полурамы в вертикальной плоскости, град	±15	
Угол складывания шарнирно-сочлененной рамы, град	±40	
Шины:		
– передние	30,5L-32L	700/50-26,5
– задние	700/50-26,5	700/50-26,5

Окончание табл. 4.7

Показатель	Значение	
	Амкодор 2662	Амкодор 2682-01
Давление воздуха в передних/задних шинах, МПа	0,18/0,30	0,30/0,30
Марка гидроманипулятора	Kesla 701 (702)	
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	8,2 (10,325)	
Максимальный подъемный момент, кН · м	95	
Угол поворота манипулятора в горизонтальной плоскости, град	380	
Масса гидроманипулятора (без захвата), кг	1 445 (1 630)	
Диаметр захватываемых сортиментов, мм	75–600	
Номинальное напряжение электросистемы, В	24	
Емкость АКБ, А · ч	2×190	
Емкость гидравлического бака, л	140	
80%-ный ресурс до первого капитального ремонта, мото-ч, не менее	10 000	

**Форвардер «Амкодор 2641»** (см. рис. V на вкладке между с. 112 и 113) имеет базовую машину с колесной формулой 4К4 и ввиду меньших габаритов и радиуса поворота более эффективен при проведении несплошных рубок промежуточного пользования.

Общий вид форвардера «Амкодор 2641» приведен на рис. 4.34.

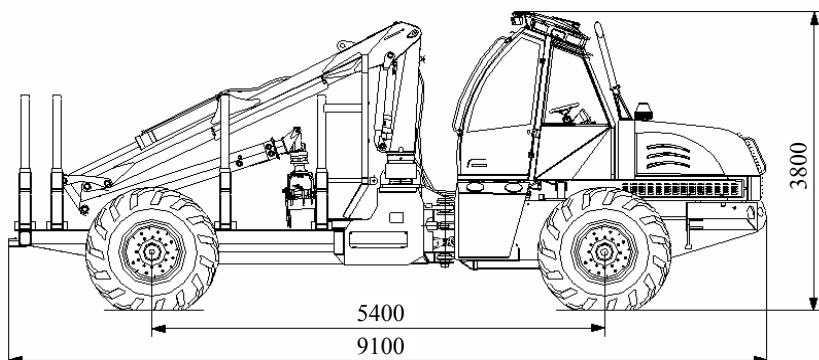


Рис. 4.34. Общий вид форвардера «Амкодор 2641»

Основные технические характеристики форвардера «Амкодор 2641» представлены в табл. 4.8.



Таблица 4.8

**Техническая характеристика форвардера «Амкодор 2641»**

Показатель	Значение
Длина в транспортном положении, мм	9 100
Ширина по колесам, мм	2 725
Высота, мм	3 800
Клиренс, мм	500
База, мм	5 400
Колея, мм	2 100
Масса эксплуатационная, кг	12 900
Грузоподъемность, кг	7 500
Марка двигателя	Д-260.1S2
Мощность эксплуатационная, кВт	109
Тип трансмиссии	Гидромеханическая
Максимальная скорость передвижения, км/ч	24
Тяговое усилие, кН	155
Угол складывания полурам при повороте, град	±40
Марка гидроманипулятора	СФ-65Л
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	7,3
Максимальный подъемный момент, кН · м	65
Грузоподъемность гидроманипулятора на максимальном вылете, кг	640
Емкость топливного бака, л	190
Емкость гидравлического бака, л	120
80%-ный ресурс до первого капитального ремонта, мото-ч, не менее	10 000

**Комбинированная машина «Амкодор 2661-02»** разработана для сортиментной и хлыстовой технологии и совмещает в себе технологическое оборудование и функции форвардера, а также над задним мостом на подиуме установлен съемный зажимной коник для формирования пачки хлыстов. Задняя часть грузовой платформы выполнена быстроразъемной для выбора комбинации машины (сортиментная или хлыстовая заготовка).

Кроме того, в отличие от серийного форвардера «Амкодор 2661-01» на машине установлен передний отвал, более мощный двигатель (132 кВт), щит выполнен с гидроподъемом верхней части.

Основные технические данные комбинированной машины «Амкодор 2661-02» приведены в табл. 4.9.

На лесозаготовительных предприятиях широко эксплуатируются двухзвенные прицепные форвардеры, производство которых также впервые в Республике Беларусь было освоено на ОАО «Амкодор».

Таблица 4.9

## Техническая характеристика машины «Амкодор 2661-02»

Показатель	Значение
Длина в транспортном положении, мм	9 750 ± 100
Ширина по колесам, мм	2 870 ± 100
Высота по кабине, мм	3 750
Клиренс, мм	550
База, мм	5 640
Колея, мм	2 100
Минимальный радиус поворота, м	10,64
Угол поперечной статической устойчивости, град	20
Масса эксплуатационная, кг	16 750
Грузоподъемность, кг	13 000
Марка двигателя	Д-260.9
Мощность эксплуатационная, кВт	132
Тип трансмиссии	Гидромеханическая
Максимальная скорость передвижения, км/ч	28
Угол качания полурамы в вертикальной плоскости, град	±15
Угол складывания полурам при повороте, град	±40
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	10,3
Грузоподъемность гидроманипулятора на максимальном вылете, кг	530
Площадь зева коника, м <sup>2</sup> , не менее	1

**Прицепной форвардер «Амкодор 2652»** (см. рис. VI на вкладке между с. 112 и 113) представляет собой двухзвенную погрузочно-транспортную машину (рис. 4.35), одним звеном которой является тяговый базовый трактор *1* (Беларус МТЗ-82Л, МТЗ-1221Л), другим – полуприцеп балансирный *6* с установленным на нем технологическим оборудованием. К технологическому оборудованию относится гидроманипулятор *3* с ротатором *7* и грейферным захватом *8*, аутригеры, грузовая платформа со стойками коников *5* и щитом *4*, гидросистема.

Основные технические данные машины даны в табл. 4.10.

Полуприцеп балансирный, агрегатируемый с трактором, предназначен для перевозки сортиментов. Он состоит из поворотного дышла *2*, гидросистемы, щита, рамы, стоек коников, балансиров *9* с колесами, пневмосистемы, опоры, электросистемы.

Рама представляет собой сварную конструкцию из двух профильных лонжеронов. Дышло служит для присоединения прицепа к трактору и представляет собой корпус, сваренный из листовой стали.

К дышлу приварены проушины для крепления гидроцилиндров, петля для присоединения к трактору и втулка для размещения опоры. Опора служит для установки прицепа в неподвижном состоянии. В транспортном положении опора поднимается вверх.

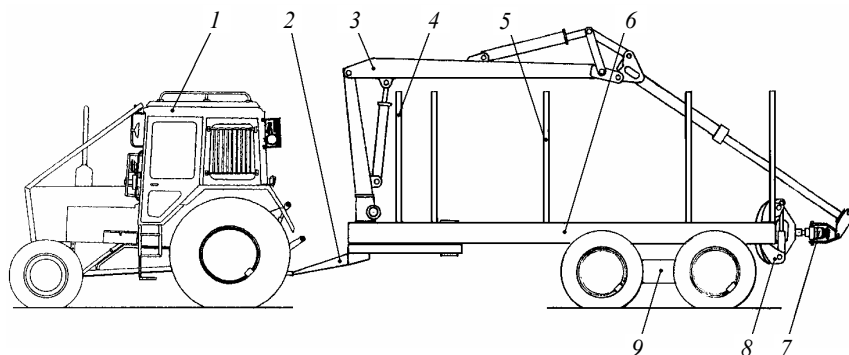


Рис. 4.35. Двухзвенная погрузочно-транспортная машина «Амкодор 2652»: 1 – трактор; 2 – поворотное дышло; 3 – гидроманипулятор; 4 – щит; 5 – стойки коников; 6 – полуприцеп; 7 – ротатор; 8 – грейферный захват; 9 – балансир

Таблица 4.10

Техническая характеристика машины «Амкодор 2652»

Показатель	Значение
Модель тягового трактора	МТЗ-82Л
Марка двигателя трактора	Д-243
Мощность эксплуатационная, кВт	60
Длина в транспортном положении, мм	10 745
Ширина, мм	2 250
Высота, мм	3 280
Клиренс полуприцепа, мм	520
Масса эксплуатационная (с трактором), кг	7 700
Грузоподъемность полуприцепа, кг	9 000
Объем транспортируемой пачки сортиментов, м <sup>3</sup>	8–10
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	5,5
Максимальный подъемный момент манипулятора, кН · м	42
Угол поворота манипулятора, град	400

На раме размещены щит и стойки коников. Щит предназначен для ограждения рабочего отсека. Он перемещается в зависимости от длины лесоматериалов и имеет три фиксируемых положения.

Стойки также в зависимости от длины лесоматериалов можно переставить либо уменьшить их количество. Снизу к раме присоединены балансиры с колесами.

Универсальный манипулятор размещен на полуприцепе, состоит из основания, поворотного устройства, колонны, стрелы, рукояти, гидросистемы, тяг и комплектуется ротатором, захватом и аутригерами.

Основание предназначено для монтажа манипулятора на раму полуприцепа. Основание представляет собой сварную конструкцию в виде короба. Поворотное устройство – реечного типа. Оно состоит из корпуса с опорными фланцами, поворотной колонны и поворотной рейки. Колонна представляет собой сварную конструкцию, состоящую из стойки и вала-шестерни. В верхней части стойки приварена втулка для крепления стрелы с помощью пальца.

Стрела представляет собой сварную конструкцию коробчатого сечения, состоящую из двух боковин, к которым приварены проушины для крепления гидроцилиндров стрелы и рукояти. Стрела и рукоять соединяются между собой при помощи пальца. Усилие гидроцилиндра к рукояти передает тяга.

Ротатор с неограниченным углом вращения предназначен для поворота захвата, который представляет собой двухчелюстной грейфер. Аутригеры служат для повышения устойчивости машины при повороте манипулятора в процессе погрузки или разгрузки (рис. 4.36).

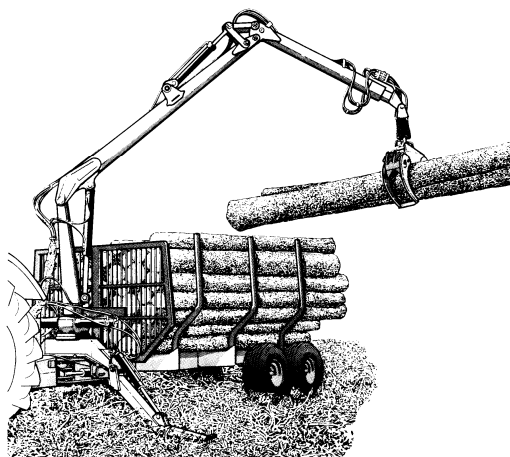


Рис. 4.36. Погрузка сортиментов с установкой аутригеров



Рис. I. Харвестер «Амкодор 2551»



Рис. II. Харвестер «Амкодор 2541»





Рис. III. Форвардер «Амкодор 2661»



Рис. IV. Форвардер «Амкодор 2682-01»



Рис. V. Форвардер «Амкодор 2641»



Рис. VI. Двухзвенная погрузочно-транспортная машина «Амкодор 2652»





Рис. VII. Трелевочная машина «Амкодор 2243»



Рис. VIII. Трелевочная машина «Амкодор 2242В»





Рис. IX. Рубильная машина «Амкодор 2902»



Рис. X. Рубильная машина «Амкодор 2904»



Рис. XI. Лесопогрузчик «Амкодор 352Л»  
с технологическим оборудованием в виде челюстного захвата  
с выталкивателем



Рис. XII. Лесопогрузчик «Амкодор 352Л» с арочным грейфером





Рис. XIII. Лесопогрузчик «Амкодор 352Л» с ковшом для щепы



Рис. XIV. Универсальная лесохозяйственная машина «Амкодор 2061» с системой «мультилифт», оснащенная сменным бункером



Рис. XV. Валочно-трелевочная машина «Амкор 2243С»  
с гильотинной валочной головкой



Рис. XVI. Работа комплекса машин  
харвестер «Амкор 2551» – форвардер «Амкор 2661»

Гидросистема манипулятора предназначена для управления звеньями и органами манипулятора. Она включает в себя семисекционный распределитель с ручным управлением. Каждая секция распределителя двумя гидролиниями соединена с ротатором и гидроцилиндрами подъема стрелы, поворота рукояти, раскрытия захвата и опускания аутригеров. В гидролиниях поршневых полостей гидроцилиндров аутригеров установлены гидрозамки.

При нейтральном положении рукояти распределителя любой секции ее гидролинии заперты. Переводом рукоятки в одну сторону от «нейтрали» шток гидроцилиндра или вал гидромотора перемещается в одну сторону, а переводом рукоятки в другую сторону от «нейтрали» движение гидроцилиндра или вала гидромотора реверсируется.

Гидроцилиндры поворота дышла подключаются к задним выводам гидросистемы трактора и управляются тракторным распределителем. Поворот дышла нужен для увеличения маневренности полуприцепа (объезд пней, выезд из разбитой колеи и т. д.).

## 4.4. Трелевочные машины

На ОАО «Амкодор» освоен выпуск колесных трелевочных машин для чокерной и бесчокерной трелевки хлыстов и деревьев и валочно-трелевочной машины, которые выполняются в следующих модификациях:

- «Амкодор 2243» – трелевочная машина с гидроманипулятором, захватом и зажимным коником (см. рис. VII на вкладке между с. 112 и 113). В комплект технологического оборудования также входит трелевочный щит и лебедка;

- «Амкодор 2243В и 2242В» – трелевочные машины с канатно-чокерным технологическим оборудованием;

- «Амкодор 2243С» – валочно-трелевочная машина для заготовки древесной энергетической биомассы, оснащенная гильотинной валочной головкой, лебедкой, зажимным коником и трелевочным щитом.

**Трелевочные машины «Амкодор 2243 и 2243В»** предназначены для формирования пачек деревьев и хлыстов с их последующей трелевкой на верхний склад, а также для выполнения вспомогательных работ на лесосеке (подготовка погрузочных площадок, штабелевка лесоматериалов, выравнивание комлей).



Машины могут эксплуатироваться в различных климатических условиях при температуре от  $-30$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

*Процесс трелевки древесины* состоит из следующих основных операций: движения машины без груза на лесосеку, формирования пачки, движения машины с грузом на погрузочный пункт (верхний склад), разгрузки пачки и при необходимости выравнивания комлей. Техника выполнения этих операций для различных типов трелевочных машин зависит от особенностей и кинематики навесного трелевочного оборудования.

Движение машины без груза (холостой ход) на лесосеку должно производиться передним ходом по волокам после того, как навесное трелевочное оборудование приведено в транспортное положение и зафиксировано. Заключительным приемом холостого хода машины на лесосеке является маневрирование машины у места формирования и погрузки пачки. Формирование пачки гидроманипулятором заключается в укладке комлей или вершин хлыстов (деревьев) в коник в требуемом количестве. Укладка комлей (вершин) хлыстов в коник возможна подтягиванием и перекидыванием. При укладке перекидыванием комлей через рычаг коника затрачивается меньше приемов и меньше усилий по сравнению с подтягиванием. Однако в этом случае требуется точный выбор позиции машины у хлыста. При укладке комлей хлыстов в коник подтягиванием представляется возможным собирать хлысты с большей площади и выравнивать их комли путем продольного перемещения. Для трелевки за вершины они должны быть обрезаны на диаметре 0,08–0,12 м.

Для формирования пачки также может использоваться лебедка и собирающий канат с чокерами. Для этого оператор включает лебедку в режим разматывания и чокоерщик подводит освобождающийся канат к трелеваемой древесине. Кольца чокоеров должны надеваться на собирающий канат последовательно, начиная с ближнего к машине зачокоерowanego дерева (хлыста), чтобы не было перекрещивания стволов при формировании пачки. При трелевке за вершины хлысты во время сбора пачки вытягивают без разворота. Для этого машину устанавливают так, чтобы направление тягового усилия лебедки возможно ближе совпадало с направлением собирающего каната. Хлысты чокоеруют за вершины на расстоянии 0,7–1,2 м от среза. Чтобы чокоеры не соскальзывали, при обрезке сучьев оставляют мутовки из двух-трех сучьев длиной 2–3 см на расстоянии 0,2–0,4 м от верхнего среза. Деревья за комли чокоеруют на расстоянии

0,5–0,7 м от комлевого торца. Направление тягового усилия лебедки должно быть примерно перпендикулярным к продольной оси зачоркованных деревьев, чтобы избежать упора комлей в пни, корни и зарывания в землю. Рядом лежащие деревья (хлысты), особенно мелкие, целесообразно зацеплять одним чокером. После чокеровки оператор переводит лебедку в режим наматывания, пачка подтаскивается лебедкой к щиту и закрепляется в требуемом положении при затормаживании лебедки.

После чего осуществляется трелевка (рабочий ход) древесины на верхний склад, разгрузка пачки и штабелевка с выравниванием комлей при помощи отвала.

«Амкодор 2243» представляет собой колесную самоходную машину, основными частями которой являются (рис. 4.37): силовая установка 5, ГМП 11, мосты и колеса 16, карданная передача 14, технологическое оборудование 1, 2, 9, 17, 18, органы управления 7, рама 15, гидросистема рулевого управления 6, электросистема 3, облицовка 8, кабина 4, гидросистема тормозов 12, гидросистема подъема кабины 13, установка подогревателя 10.

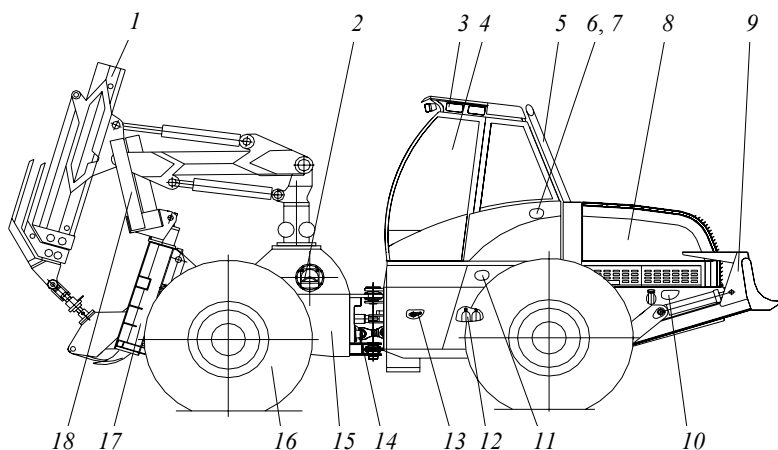


Рис. 4.37. Трелевочная машина «Амкодор 2243»:

- 1 – манипулятор; 2 – лебедка; 3 – электросистема; 4 – кабина; 5 – силовая установка; 6 – гидросистема рулевого управления; 7 – органы управления; 8 – облицовка; 9 – отвал; 10 – установка подогревателя; 11 – ГМП; 12 – гидросистема тормозов; 13 – гидросистема подъема кабины; 14 – карданная передача; 15 – рама; 16 – мосты и колеса; 17 – щит; 18 – зажимной коник

Крутящий момент от двигателя через редуктор отбора мощности с помощью карданных валов *14* передается на гидромеханическую передачу *11* и далее на ведущие мосты *16* машины.

Общий вид машины «Амкодор 2243В» показан на рис. 4.38.

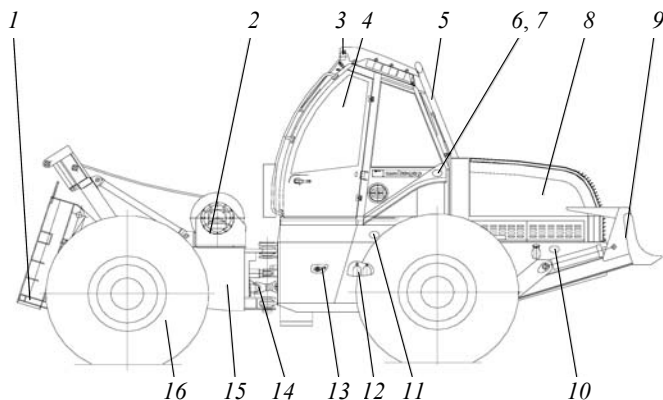


Рис. 4.38. Трелевочная машина «Амкодор 2243В»:

- 1 – щит; 2 – лебедка; 3 – электросистема; 4 – кабина; 5 – силовая установка;  
 6 – гидросистема рулевого управления; 7 – органы управления;  
 8 – облицовка; 9 – отвал; 10 – установка подогревателя;  
 11 – ГМП; 12 – гидросистема тормозов; 13 – гидросистема подъема кабины;  
 14 – карданная передача; 15 – рама; 16 – мосты и колеса

Основные технические данные трелевочной машины «Амкодор 2243» приведены в табл. 4.11.

Таблица 4.11

Техническая характеристика трелевочной машины «Амкодор 2243»

Показатель	Значение
Длина в транспортном положении, мм	8 300 ± 100
Ширина по колесам, мм	2 875
Высота по кабине, мм	3 700
Минимальный радиус поворота, м, не более	6,7
Клиренс, мм	500
База, мм	3 465
Колея, мм	2 100
Угол поперечной устойчивости, град	17
Масса эксплуатационная, кг	16 000



Окончание табл. 4.11

Показатель	Значение
Марка двигателя	Д-260.1
Мощность эксплуатационная, кВт	109
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин <sup>-1</sup>	2 100
Удельный расход топлива в режиме эксплуатационной мощности, г/(кВт · ч)	220
Расход топлива, л/мото-ч	20
Тип трансмиссии	Гидромеханическая
Гидротрансформатор	Одноступенчатый, комплексный, четырехколесный
Коробка передач	Двухдиапазонная с управляемыми фрикционными муфтами
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч	0–33/0–20
Максимальное тяговое усилие, кН	128
Угол подъема (спуска), град	35
Угол качания переднего моста, град	±15
Угол складывания шарнирно-сочлененной рамы, град	±40
Шины	30,5L-32LS
Давление воздуха в шинах, МПа	0,17
Лебедка	Однорабанная, реверсивная
Тяговое усилие лебедки, кН	90
Канатоемкость барабана лебедки, м	50
Диаметр собирающего каната, мм	20
Количество чокеров, шт., не менее	6
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	4,9
Максимальный подъемный момент, кН · м	95
Угол поворота манипулятора в горизонтальной плоскости, град	270
Площадь зева зажимного коника, м <sup>2</sup> , не менее	1
Максимальное раскрытие челюстей зажимного коника, мм	2 500

**Рама** машины (рис. 4.39) предназначена для размещения и крепления узлов и систем машины и состоит из передней 2 и задней 1 полурам, шарниры которых соединены посредством двух вертикальных пальцев. На задней полураме установлено технологическое оборудование, представляющее собой манипулятор с ротатором и захватом, лебедку с собирающим канатом и чокерами, щит и зажимной коник. Подъем и опускание щита осуществляются с помощью гидроцилиндров.

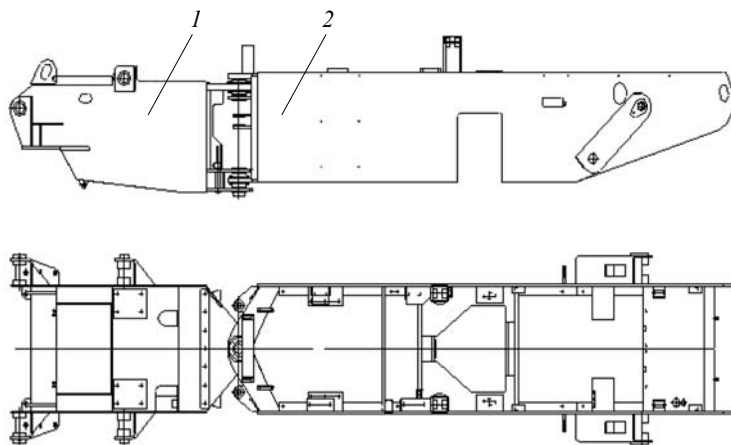


Рис. 4.39. Рама трелевочной машины «Амкодор 2243»:  
1, 2 – задняя и передняя полурамы соответственно

На передней полураме размещены: отвал, силовая установка, трансмиссия, кабина.

**Трансмиссия** машины служит для передачи крутящего момента от двигателя к колесам и включает редуктор отбора мощности, гидромеханическую передачу, карданную передачу и ведущие мосты.

*Редуктор отбора мощности* (бесступенчатый) предназначен для независимого отбора мощности на привод насосов технологического оборудования, рулевого управления и тормозной системы, передачи крутящего момента на гидротрансформатор ГМП и получения наиболее выгодного режима совместной работы двигателя и гидротрансформатора (рис. 4.40). Крутящий момент от двигателя на редуктор отбора мощности передается через эластичную муфту.

Редуктор крепится болтами к картеру маховика двигателя. Шлицевой конец входного вала 4 редуктора вводится в шлицевой фланец эластичной муфты. Вал 4 через зубчатую передачу (через шестерню 3) постоянно вращает насос 1 технологического оборудования и насос 6 тормозной системы. Через фланец крутящий момент передается на закрепленный на нем карданный вал и далее на гидротрансформатор гидромеханической передачи.

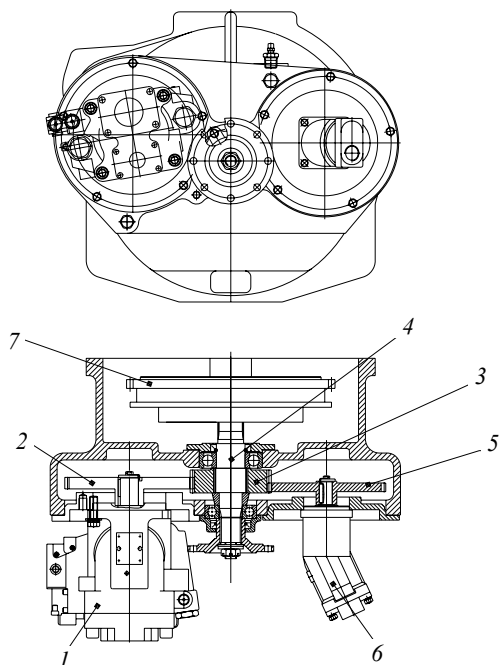


Рис. 4.40. Редуктор отбора мощности трелевочной машины «Амкордор 2243»:  
1 – насос технологического оборудования; 2, 3, 5, 7 – шестерни;  
4 – входной вал; 6 – насос тормозной системы

*Гидромеханическая передача* (рис. 4.41) включает два преобразователя – гидравлический (гидротрансформатор) и механический (коробка передач).

Гидротрансформатор автоматически изменяет в определенных пределах передаваемый крутящий момент в зависимости от внешней нагрузки, сглаживает динамические нагрузки, обеспечивает устойчивую работу двигателя, увеличивает срок службы двигателя и трансмиссии.

Коробка передач ступенчато преобразует крутящий момент и частоту вращения по величине и направлению. Преобразование осуществляется ступенчато с помощью зубчатых передач постоянного зацепления. Переключение передач в пределах каждого диапазона производится многодисковыми фрикционными муфтами, а с диапазона на диапазон – зубчатой муфтой.

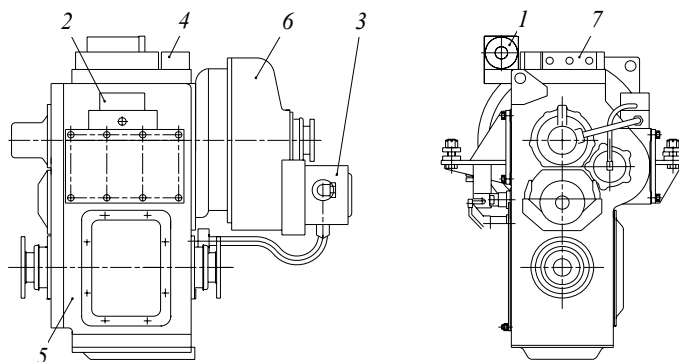


Рис. 4.41. Установка гидромеханической передачи трелевочной машины «Амкодор 2243»:

1 – фильтр тонкой очистки; 2 – клапан смазки; 3 – насос; 4 – блок клапанов; 5 – коробка передач; 6 – гидротрансформатор; 7 – механизм управления

Гидротрансформатор состоит из четырех колес: насосного, турбинного и двух колес реактора. Колеса гидротрансформатора образуют кольцевую полость, в которой при работе ГМП постоянно циркулирует рабочая жидкость. На крышке ГМП установлен насос, привод которого осуществляется от ведущего вала-шестерни ГМП.

Двухдиапазонная коробка передач обеспечивает четыре передачи переднего и две заднего хода, а также возможность отключения переднего моста машины. Каждый диапазон включает в себя две передачи переднего хода и одну передачу заднего хода. Переключение между диапазонами осуществляется с помощью зубчатой муфты. Переключение передач в пределах диапазона производится многодисковыми муфтами-фрикционными.

Основные элементы коробки передач: картер, крышка картера и пять валов (турбинный, промежуточный, заднего хода, выходной и отключаемый).

На турбинном валу установлены фрикционы и ведущие шестерни передач, которые находятся в постоянном зацеплении с ведомыми шестернями передач промежуточного вала и вала заднего хода.

На промежуточном валу закреплены ведомая шестерня второй, четвертой передачи, ведущие шестерни рабочего и транспортного диапазонов. Ведомая шестерня второй, четвертой передачи находится в постоянном зацеплении с ведущей шестерней турбинного вала. Ведущая шестерня рабочего диапазона находится в постоянном

зацеплении с ведомой шестерней выходного вала. Ведущая шестерня транспортного диапазона находится в постоянном зацеплении с ведущей шестерней первой, третьей передачи турбинного вала, шестерней вала заднего хода и ведомой шестерней транспортного диапазона.

На валу заднего хода закреплены ведомая шестерня заднего хода, находящаяся в постоянном зацеплении с ведущей шестерней заднего хода турбинного вала, и шестерня, находящаяся в постоянном зацеплении с ведущей шестерней транспортного диапазона промежуточного вала.

Выходной и отключаемые валы установлены соосно и соединяются через зубчатую муфту, позволяющую отключать вал.

На выходном валу смонтированы ведомые шестерни диапазонов, между которыми установлена муфта переключения.

Все многодисковые фрикционные муфты состоят из унифицированных деталей. При включении фрикциона рабочая жидкость поступает в полость между корпусом и поршнем. Под давлением рабочей жидкости поршень перемещается и сжимает диски. Возврат поршня в исходное состояние происходит под действием пружины при прекращении подачи рабочей жидкости.

Элементы гидросистемы ГМП расположены как на самой ГМП (насос, фильтр тонкой очистки, механизм управления, клапан смазки, клапан главного давления), так и вне ее (полнопоточный фильтр, теплообменник, заливная горловина, контрольно-измерительные приборы). *Назначение* гидросистемы ГМП:

- 1) создание и поддержание необходимого рабочего давления в исполнительных цилиндрах фрикционов;
- 2) обеспечение циркуляции рабочей жидкости через гидротрансформатор и теплообменник для поддержания нормального теплового режима работы ГМП;
- 3) обеспечение смазывания трущихся поверхностей дисков фрикционов и подшипников шестерен.

На рис. 4.42 показана принципиальная схема гидросистемы ГМП. Она включает две основные магистрали: главную магистраль и магистраль питания. В свою очередь эти магистрали состоят из следующих подсистем: питание рабочей жидкостью, регулирование давления, управление, смазка.

Рабочая жидкость находится в емкости, расположенной в нижней части ГМП. Заправка производится через трубку щупа. Необходимый объем рабочей жидкости контролируется с помощью щупа

или маслоструйной трубки. Питание гидросистемы ГМП осуществляет насос 3 (см. рис. 4.41 на с. 120). Пройдя через полнопоточный фильтр Ф2 (рис. 4.42), поток рабочей жидкости делится на два направления: через клапан главного давления КП1 – в гидротрансформатор; через фильтр тонкой очистки Ф3 – в распределитель А2.

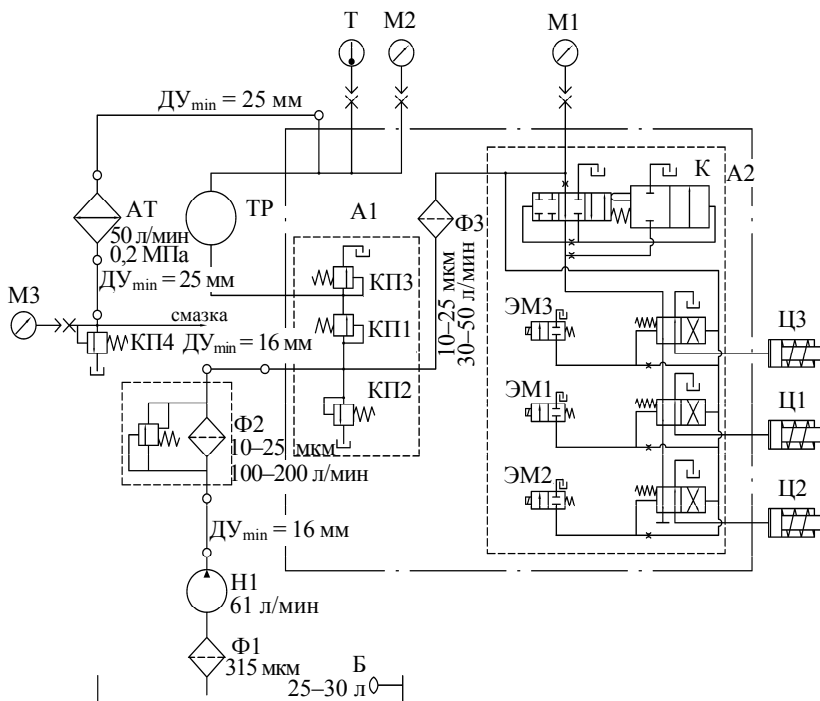


Рис. 4.42. Принципиальная схема гидросистемы ГМП трелевочной машины «Амкодор 2243»:

А1 – блок клапанов (КП1 – клапан главного давления; КП2 – предохранительный клапан магистрального давления; КП3 – предохранительный клапан магистрали гидротрансформатора); А2 – распределитель (К – клапан плавности);

АТ – теплообменник; Б – поддон коробки передач; К4 – клапан смазки;

М1 – датчик-сигнализатор падения главного давления в ГМП; М2 – датчик диагностики давления в магистрали гидротрансформатора; М3 – датчик давления смазки; Н1 – насос; Т – датчик температуры; ТР – гидротрансформатор;

Ф1 – фильтр-заборник рабочей жидкости; Ф2 – полнопоточный фильтр; Ф3 – фильтр тонкой очистки; ЭМ1, ЭМ2, ЭМ3 – электромагниты включения соответственно первой и второй передачи, заднего хода; Ц1, Ц2, Ц3 – гидроцилиндры фрикционных муфт соответственно первой и второй передачи, заднего хода

Принцип смазки заключается в следующем: после прохождения через теплообменник АТ рабочая жидкость делится на два потока – один поступает на смазку фрикционов и подшипников шестерен, другой обеспечивает смазку сферического роликового подшипника вала заднего хода. Излишки рабочей жидкости сливаются в картер ГМП.

Распределитель состоит из клапана плавности К и трех золотников: двухпозиционного «быстрой» нейтрали, трехпозиционного смены направления движения, трехпозиционного переключения передач. Клапан плавности обеспечивает постепенное нарастание давления рабочей жидкости в исполнительных цилиндрах фрикционов, что, в свою очередь, позволяет осуществить плавное, без рывков трогание машины с места и плавное переключение между передачами внутри диапазона. Двухпозиционный золотник «быстрой» нейтрали предназначен для отключения питания рабочей жидкостью исполнительных цилиндров фрикционов, что обеспечивает отключение трансмиссии в случае экстренного торможения. Трехпозиционный золотник смены направления движения служит для распределения рабочей жидкости между исполнительными цилиндрами фрикционов передач переднего и заднего хода. Трехпозиционный золотник переключения передач предназначен для распределения давления рабочей жидкости между исполнительными цилиндрами фрикционов передач переднего хода.

*Карданная передача* (рис. 4.43) выполняет функции передачи крутящего момента от редуктора отбора мощности к ГМП и от ГМП к ведущим мостам машины.

Карданная передача состоит из карданного вала 2, соединяющего редуктор отбора мощности с ГМП; карданного вала 3 привода переднего моста; карданной передачи привода заднего моста, состоящей из двух карданных валов 1 и 5 и промежуточной опоры 4.

Промежуточная опора предназначена для соединения двух карданных валов привода заднего моста и компенсации изменяющегося расстояния между задним мостом и ГМП в процессе поворота машины.

На машине установлены два *ведущих моста* – передний и задний с общим передаточным числом 20,45 (рис. 4.44). Задний мост с межколесным дифференциалом и планетарными колесными редукторами жестко крепится к задней полураме. Передний мост установлен на балансирную рамку, качающуюся в поперечной вертикальной плоскости машины, что освобождает раму от деформаций кручения.

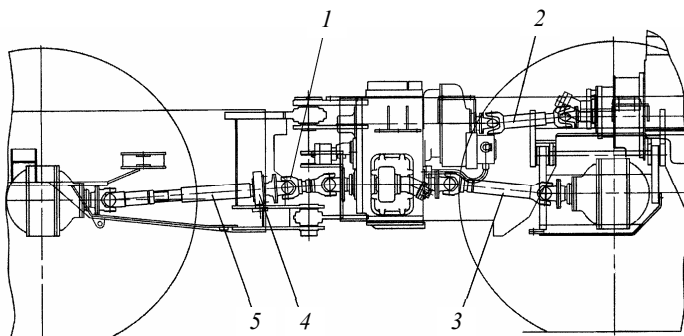


Рис. 4.43. Карданная передача машины «Амкодор 2243»:

- 1, 5 – карданные валы привода заднего моста; 2 – карданный вал, соединяющий редуктор отбора мощности с ГМП;  
3 – карданный вал привода переднего моста; 4 – промежуточная опора

Конструкция мостов выполнена по классической схеме. Редуктор главной передачи размещен в литом картере моста, к которому болтами присоединены колесные передачи. Момент вращения к колесным передачам передается с помощью полуосей. На картере размещены заливная и контрольная пробка 2, сливная пробка 3, сапун 1.

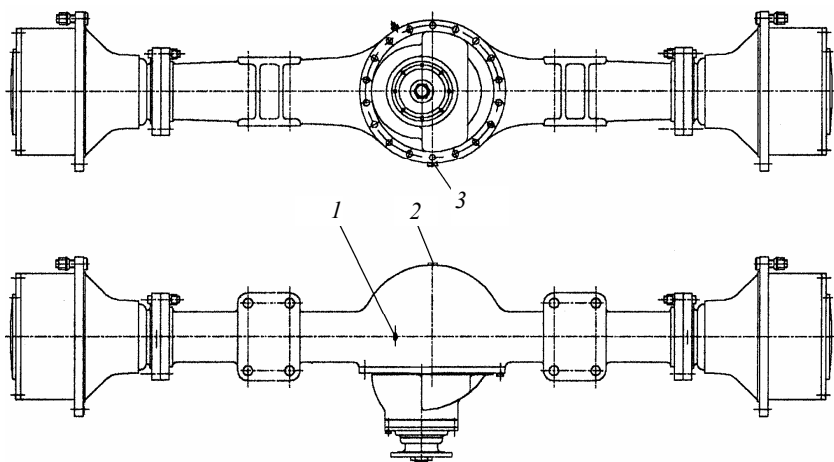


Рис. 4.44. Ведущий мост машины «Амкодор 2243»:

- 1 – сапун; 2 – заливная и контрольная пробка; 3 – сливная пробка



**Гидросистема** трелевочной машины состоит из следующих контуров: привода технологического оборудования, привода рулевого управления, привода тормозов.

К **технологическому оборудованию** машины «Амкодор 2243» относится гидроманипулятор, щит, отвал, лебедка с собирающим канатом и чокерами, зажимной коник. *Щит* бульдозерного типа шарнирно крепится на задней полураме и может подниматься и опускаться при помощи гидроцилиндров. Щит защищает колеса и раму от повреждения комлями деревьев в процессе трелевки. *Зажимной коник* предназначен для формирования пачки деревьев или хлыстов и удержания ее при трелевке.

*Однобарабанная лебедка* установлена на задней полураме. С ее помощью можно формировать пачку из деревьев и хлыстов, используя собирающий канат и чокаеры, и удерживать в полуподвесном положении на щите в процессе трелевки. Лебедка (рис. 4.45) представляет собой закрепленный на основании 25 барабан 20 со встроенным двухступенчатым планетарным редуктором и многодисковым постоянно замкнутым тормозом.

Привод лебедки осуществляется гидромотором 4. На валу гидромотора установлена ступица 5, передающая через муфту 2 крутящий момент на солнечную шестерню 1 планетарного редуктора. Планетарный редуктор состоит из двух планетарных рядов, которые собраны из двух сателлитов 15 и 19, смонтированных на подшипниках 14 и 18 в водилах 13 и 17. Крутящий момент с первого ряда передается через ступицу 16 на солнечную шестерню 22 и фланец 24. Водило 17 второго ряда через ступицу 26 и фланец 24 неподвижно закреплено на основании. Вращение на барабан передается через установленную в нем коронную шестерню 21. Барабан опирается на подшипники 12 и 23.

Тормоз состоит из установленных на шлицах ступицы 5 ведущих дисков 6 и шлицах стакана 8 ведомых дисков 7. Диски 6 и 7 через нажимной диск 11 сжимаются с помощью двух тарельчатых пружин 3. Растормаживание производится подачей давления в отверстие в стакане 8, передвигающего поршень 10 и через нажимной диск 11 сжимающего тарельчатые пружины.

Регулировка тормозного момента осуществляется регулировочными прокладками 9, расположенными под каждой парой болтов. В процессе эксплуатации по мере износа тормозных дисков и снижения тормозного момента производится регулировка снятием регулировочных прокладок одинаковой толщины из-под каждой пары болтов.

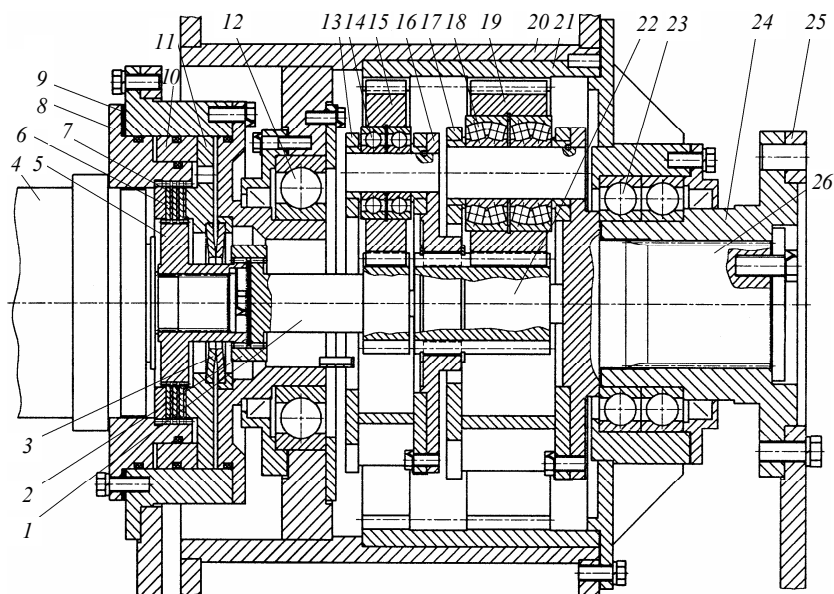


Рис. 4.45. Лебедка машины «Амкодор 2243»:

1, 22 – шестерни; 2 – муфта; 3 – пружина; 4 – гидромотор; 5, 16, 26 – ступицы; 6 – ведущий диск; 7 – ведомый диск; 8 – стакан; 9 – регулировочная прокладка; 10 – поршень; 11 – нажимной диск; 12, 14, 18, 23 – подшипники; 13, 17 – водило; 15, 19 – сателлит; 20 – барабан; 21 – коронная шестерня; 24 – фланец; 25 – основание

На машине установлен *манипулятор* Kesla R700 (рис. 4.46), который состоит из поворотного устройства 4, стрелы 3, рукояти 1, управляющих гидроцилиндров 2. К рукояти через подвеску и ротор крепится грейферный захват. Рукоять имеет телескопическую вставку для увеличения вылета гидроманипулятора.

На **трелесочной машине «Амкодор 2242В»** (см. рис. VIII на вкладке между с. 112 и 113) в отличие от машины «Амкодор 2243В» установлена лебедка с механически отключаемым от редуктора барабаном, с большей скоростью разматывания-смотывания. Вместо импортной гидравлики с LS-приводом используется отечественный нерегулируемый насос и распределитель с гидроуправлением собственного производства ОАО «Амкодор». Кроме того, увеличен размер заглубления заднего щита, рукава привода отвала защищены съёмным кожухом и усовершенствовано управление технологическим оборудованием в кабине.

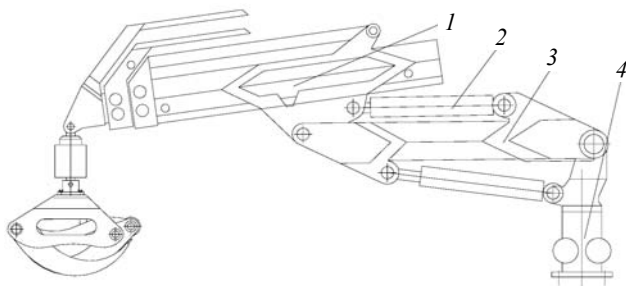


Рис. 4.46. Гидроманипулятор Kesla R700:  
1 – рукоять; 2 – управляющий гидроцилиндр; 3 – стрела;  
4 – поворотное устройство

**Валочно-трелевочная машина «Амкодор 2243С»** (рис. 4.47) предназначена для заготовки древесной энергетической биомассы при работе в тонкомерных насаждениях, на плантациях быстрорастущей древесины, а также при заготовке древесно-кустарниковой растительности. Она выполнена на базе машины «Амкодор 2243» и дополнительно оснащена гильотинной валочной головкой Naarva-Grip 1500-40E.

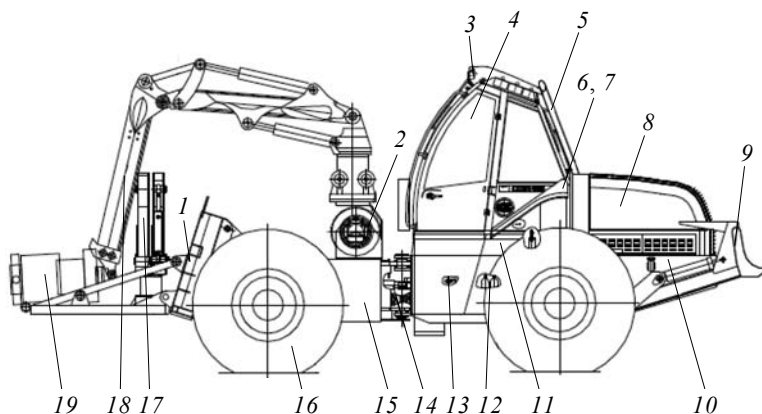


Рис. 4.47. Общий вид машины «Амкодор 2243С»:  
1 – щит; 2 – лебедка; 3 – электросистема; 4 – кабина; 5 – силовая установка;  
6 – гидросистема рулевого управления; 7 – органы управления; 8 – облицовка;  
9 – отвал; 10 – установка подогревателя; 11 – установка ГМП; 12 – гидросистема тормозов; 13 – гидросистема подъема кабины; 14 – карданная передача;  
15 – рама; 16 – установка мостов и колес; 17 – зажимной коник;  
18 – гидроманипулятор; 19 – гильотинная головка

Валочная головка машины «Амкодор 2243С» (см. рис. XV на вкладке между с. 112 и 113) установлена на рукояти манипулятора, имеющего максимальный вылет 5,8 м, и может срезать деревья диаметром до 0,32 м. Для повышения производительности операции валки деревьев головка имеет накопитель в виде дополнительных верхних захватов, в котором можно формировать пачку тонкомерных деревьев суммарным диаметром 0,5 м. Режущий механизм представляет собой ножи силового резания гильотинного типа, которые сдвигаются посредством гидроцилиндра, а в исходное положение возвращаются при помощи пружин. Масса валочной головки 560 кг.

### 4.5. Рубильные машины

Рубильная машина «Амкодор 2902» (см. рис. IX на вкладке между с. 112 и 113) предназначена для измельчения на щепу (преимущественно топливную) круглых лесоматериалов, низкокачественного и тонкомерного древесного сырья, отходов лесозаготовок и лесопиления с подачей щепы в бункер-накопитель, с последующей ее транспортировкой из лесосеки к лесным дорогам и погрузкой в кузов автощеповоза или сменный контейнер (рис. 4.48).

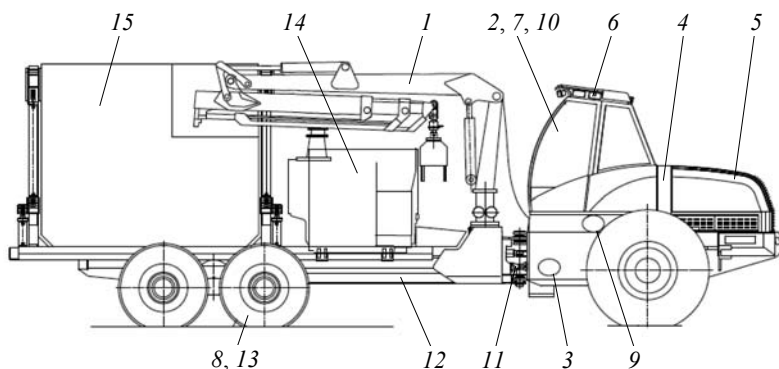


Рис. 4.48. Общий вид рубильной машины «Амкодор 2902»:

- 1 – манипулятор; 2 – кабина; 3 – гидромеханическая передача; 4 – силовая установка; 5 – облицовка; 6 – электросистема; 7 – гидросистема рулевого управления; 8 – гидросистема тормозов; 9 – гидросистема подъема кабины; 10 – органы управления; 11 – карданные валы; 12 – рама; 13 – мосты и колеса; 14 – рубильный модуль; 15 – бункер

В зависимости от применяемого технологического процесса машина может работать на лесосеке, верхнем или промежуточном складе, а также на лесных терминалах и нижних складах лесопромышленных предприятий или ТЭЦ.

Машина предназначена для эксплуатации в районах с умеренным климатом при температуре от  $-25$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

«Амкодор 2902» представляет собой колесную самоходную машину 6К6 с шарнирно-сочлененной рамой, основными частями которой являются: силовая установка 4, гидромеханическая передача 3, мосты и колеса 13, карданные валы 11, манипулятор 1, рубильный модуль 14, бункер 15, органы управления 10, рама 12, гидросистема рулевого управления 7, электросистема 6, облицовка 5, кабина 2, гидросистема тормозов 8, гидросистема подъема кабины 9.

Основные технические данные рубильной машины «Амкодор 2902» приведены в табл. 4.12.

Таблица 4.12

## Техническая характеристика рубильной машины «Амкодор 2902»

Показатель	Значение
Длина в транспортном положении, мм	11 500
Ширина по колесам, мм	2 900
Высота по кабине, мм	3 700
Клиренс, мм	580
База, мм	6 440
Колея, мм	2 100
Масса эксплуатационная, кг	22 000
Производительность расчетная, нас. $\text{м}^3/\text{ч}$	40–100
Вместимость бункера, $\text{м}^3$	16
Высота разгрузки бункера, мм	3 200
Марка двигателя	Д-260.9
Мощность эксплуатационная, кВт	132
Тип трансмиссии	Гидромеханическая
Колесная формула	6К6
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч	0–30/0–17,5
Угол качания переднего моста, град	$\pm 15$
Угол складывания полурам при повороте, град	$\pm 40$
Тип рубильного органа	Барабанный
Размеры загрузочного окна, мм	450×600
Диаметр режущего барабана, мм	570
Количество ножей, шт.	6
Максимальная скорость вращения барабана, $\text{мин}^{-1}$	1 000

Окончание табл. 4.12

Показатель	Значение
Вылет стрелы гидроманипулятора, м	10,3
Максимальный подъемный момент, кН · м	80
Угол поворота манипулятора в горизонтальной плоскости, град	380
Масса гидроманипулятора (без ротатора), кг	1 610
Емкость топливного бака, л	200
Емкость гидравлического бака, л	130
Емкость бака рубильного органа, л	75

Крутящий момент от двигателя через демпфер и редуктор отбора мощности с помощью карданных валов 11 передается на гидромеханическую передачу 3 и далее на ведущие мосты 13 машины или на рубильный орган 14.

Базовая машина выполнена по компоновке аналогично форвардеру «Амкодор 2661-01» с некоторыми конструктивными отличиями.

Гидросистема машины состоит из следующих контуров: привода гидроманипулятора, опрокидывания контейнера, рубильного модуля, рулевого управления, тормозов, подъема кабины и защиты.

На машине устанавливается следующее **технологическое оборудование**: гидроманипулятор Kesla 602, ротатор GV 12-2, захват Kesla E15 или E20, рубильный модуль Kesla C 4560 LF, бункер-накопитель щепы.

Рубильный модуль (рис. 4.49) установлен на шасси базовой машины и состоит из загрузочного патрона 1 в виде лотка с конвейерной лентой 2, рубильного органа 3 барабанного типа, вальцового механизма подачи 4, щепопровода 5 с подвижным козырьком (дефлектором) 6, вентилятора 7 для выброса щепы, гидравлической системы с гидробаком 8.

Крутящий момент на режущий барабан передается от редуктора отбора мощности машины. На барабане установлено шесть ножей. Барабан закрыт защитными кожухами, которые для удобства обслуживания имеют крышки 9.

Древесное сырье захватывается из штабеля и подается гидроманипулятором в загрузочный патрон и к механизму подачи. Загрузочный патрон при транспортировке машины складывается при помощи гидроцилиндра. Вальцовый механизм подачи приводится в действие

от гидромотора и установлен на балансирной рамке, управляемой гидроцилиндром (подъем и опускание вальца в зависимости от диаметра сырья). Измельченное сырье при помощи вентилятора по щепопроводу выбрасывается в бункер (бурт на землю, кузов автощеповоза, сменный контейнер).

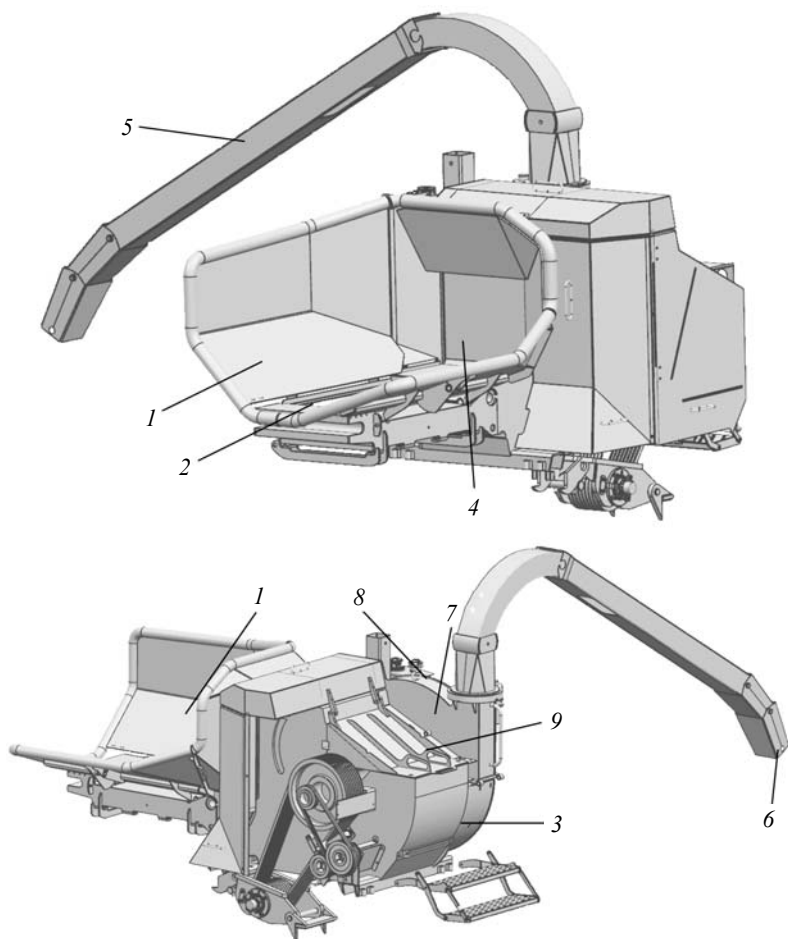


Рис. 4.49. Рубильный модуль машины «Амкодор 2902»:  
1 – загрузочный патрон; 2 – конвейерная лента; 3 – рубильный орган;  
4 – вальцовый механизм подачи; 5 – щепопровод; 6 – козырек;  
7 – вентилятор; 8 – гидробак; 9 – крышки

Щепопровод имеет возможность поворачиваться в горизонтальной плоскости и для направления выброса щепы на конце имеет управляемый дефлектор.

При заполнении бункера-накопителя производится его разгрузка путем опрокидывания. Опрокидывание бункера для разгрузки осуществляется при помощи гидроцилиндров подъема бункера, подъема платформы и открывания крышки бункера.

Режущий барабан рубильного органа показан на рис. 4.50. Барабан приводится в действие от двигателя базовой машины через редуктор отбора мощности, карданную, цепную и ременную передачи. Барабан с валом установлен на подшипниках в разъемном кожухе.

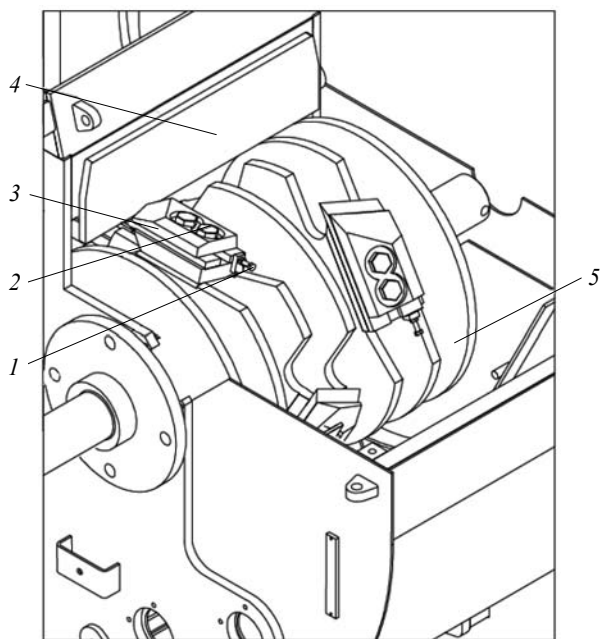


Рис. 4.50. Режущий барабан рубильного органа:  
1 – болт регулировки выпуска ножей; 2 – крепежный болт;  
3 – режущий нож; 4 – верхняя пластина; 5 – барабан

Выступ ножей 3 регулируется болтом 1 таким образом, чтобы расстояние между режущей кромкой ножа и верхней пластиной 4 составляло 0,5–1,0 мм.



Барабанный орган рубильной машины снабжается устройством для просеивания вырабатываемой щепы (ситом). Оно пропускает щепу ограниченных размеров по крупности (35, 50 или 65 мм). Кроме того, в рубильном органе установлен дополнительный контрнож для доизмельчения крупных частиц щепы, не прошедших через сито.

Гидравлическая система рубильного модуля включает гидронасос, гидродвигатель системы поворота щепопровода, гидродвигатель конвейерной ленты и подающего вальца, восьмисекционный гидрораспределитель, гидравлический бак с встроенным фильтром.

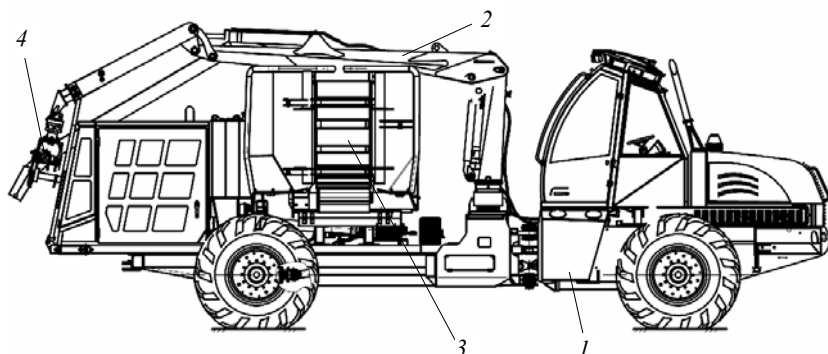


Рис. 4.51. Рубильная машина «Амкодор 2904»:  
1 – базовое шасси; 2 – гидроманипулятор;  
3 – барабанный рубильный модуль; 4 – грейферный захват

На ОАО «Амкодор» разрабатывается рубильная машина «Амкодор 2904» (см. рис. X на вкладке между с. 112 и 113) с колесной формулой 4К4, которая будет оснащена барабанным рубильным органом с автономным двигателем мощностью 238 кВт (рис. 4.51).

## 4.6. Фронтальные лесопогрузчики

**Фронтальные универсальные лесопогрузчики «Амкодор 352Л, 352Л-01 и 352Л-02»** (см. рис. XI–XIII на вкладке между с. 112 и 113) предназначены для погрузки круглых лесоматериалов на транспортные средства и укладки в штабеля, а также для разгрузки лесосовозного транспорта и разборки штабелей (рис. 4.52).

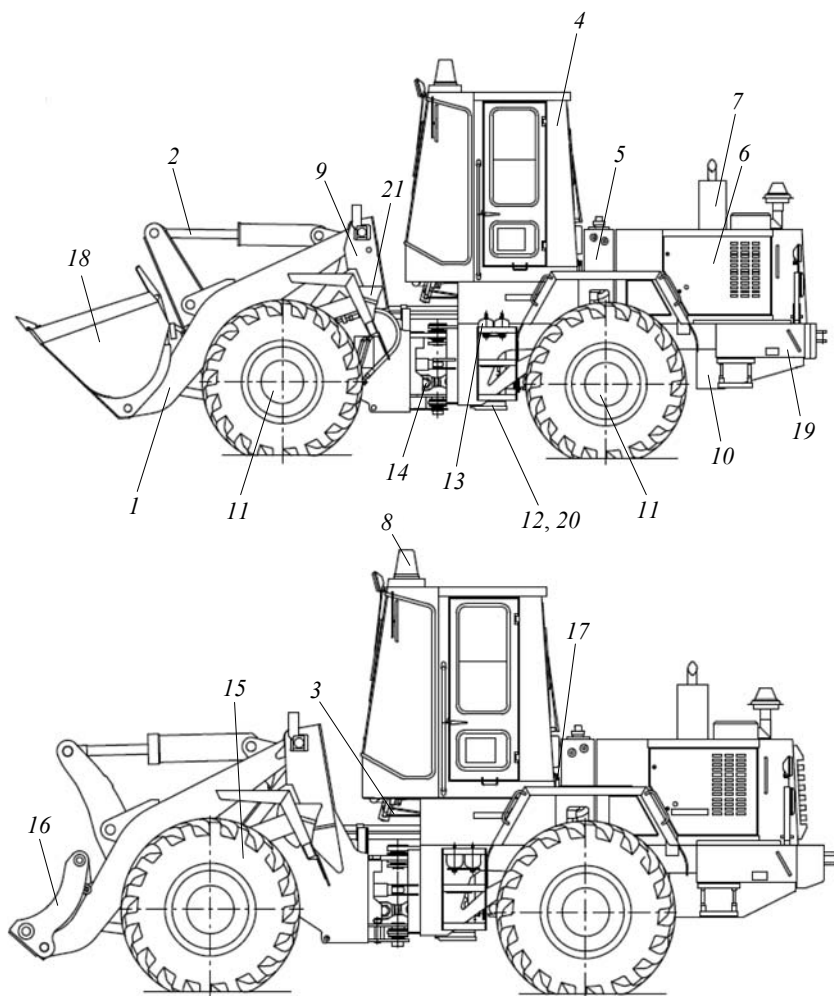


Рис. 4.52. Общий вид лесопогрузчика «Амкодор 352Л»:

- 1 – погрузочное оборудование; 2 – гидросистема погрузочного оборудования;  
 3 – органы управления; 4 – кабина; 5 – гидравлический бак; 6 – облицовка;  
 7 – двигатель; 8 – электросистема; 9 – рама; 10 – топливный бак; 11 – ведущие мосты;  
 12 – ГМП; 13 – гидросистема тормозов; 14 – карданная передача;  
 15 – ведущие колеса; 16 – быстросменное устройство (адаптер); 17 – установка трубопроводов отопителя;  
 18 – рабочий орган; 19 – бампер;  
 20 – гидросистема ГМП; 21 – противооткатный башмак

При установке на лесопогрузчиках быстросменных рабочих органов обеспечивается механизация погрузочно-разгрузочных работ с сыпучими, кусковыми, длинномерными материалами, производятся землеройно-транспортные, монтажные, такелажные работы, уборка дорог как в летнее, так и в зимнее время года. Лесопогрузчики оснащены устройством для быстрой смены рабочих органов (адаптером), что позволяет заменять рабочие органы в течение 1–2 мин.

Все машины и рабочие органы предназначены для эксплуатации в районах с умеренным климатом при температуре окружающего воздуха от  $-30$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Основным элементом фронтальных лесопогрузчиков является рама, состоящая из двух полурам – передней и задней, соединенных между собой двумя шарнирами с общей вертикальной осью.

На передней полураме установлено погрузочное оборудование с рабочим органом, жестко закреплен передний ведущий мост и смонтирован гидрораспределитель погрузочного оборудования, при помощи которого осуществляется управление гидроцилиндрами.

Подъем и опускание стрелы выполняют два гидроцилиндра, расположенных по обеим сторонам стрелы погрузочного оборудования, а поворот ковша обеспечивает один гидроцилиндр. Погрузочное оборудование имеет Z-образную схему и развивает большие вырывные усилия. Оно обеспечивает автоматический возврат ковша в исходное положение после разгрузки. На всех лесопогрузчиках установлен адаптер, предназначенный для быстрой смены рабочих органов.

На задней полураме расположена кабина с органами управления и элементами обеспечения комфортных условий работы оператора. Там же установлен двигатель с редуктором отбора мощности, гидромеханической передачей с гидросистемой, задний ведущий мост и карданная передача. Вентиляцию и обогрев кабины обеспечивает отопитель, расположенный в нижней задней части кабины, соединенный трубопроводами с системой охлаждения двигателя. Между кабиной и облицовкой двигателя установлен гидравлический бак гидросистемы погрузочного оборудования и рулевого управления. Между лонжеронами задней полурамы под двигателем расположен топливный бак. Привод тормозов создает гидросистема. ГМП обеспечивает переключение передач внутри транспортного или рабочего диапазона при механическом переключении диапазонов.

Крутящий момент от ГМП через карданную передачу и ведущие мосты передается на ведущие колеса.

Рулевое управление обеспечивает поворот машины посредством двух гидроцилиндров, расположенных по обеим сторонам шарнира рамы, при подаче к ним рабочей жидкости от насоса-дозатора.

Лесопогрузчики имеют ограждение снизу машин для защиты ведущих мостов, карданных валов, гидромеханической трансмиссии и топливного бака. Кабины лесопогрузчиков оборудованы решетками на окнах для защиты стекол кабины.

Основные технические характеристики лесопогрузчиков «Амкодор 352Л, 352Л-01 и 352Л-02» приведены в табл. 4.13.

Таблица 4.13

**Технические характеристики лесопогрузчиков  
«Амкодор 352Л, 352Л-01 и 352Л-02»**

Показатель	Значение		
	Амкодор 352Л	Амкодор 352Л-01	Амкодор 352Л-02
Марка двигателя	Д-260.9		
Мощность эксплуатационная, кВт	132 при 2 100 мин <sup>-1</sup>		
Тип трансмиссии	Гидромеханическая		
Количество передач, вперед/назад	4/2		
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч	0–36/0–20,7	0–36/0–20,7	0–40/0–22,8
Ведущие мосты	Главная передача и дифференциал в центральном редукторе, конечная планетарная передача и многодисковый тормоз в колесном редукторе		
Угол качания заднего моста, град	±12		
Шины	20,5-25	20,5-25	30,5Л-32
Давление воздуха в передних/задних шинах, МПа	0,35/0,27		
Система поворота	Шарнирно-сочлененная рама		
Угол складывания полурам при повороте, град	±40		
Длина в транспортном положении, мм	8 400	8 150	
Ширина по колесам, мм	2 470		2 900
Высота по кабине, мм	3 450		3 600
Минимальный радиус поворота, м	6,5	6,15	
База, мм	3 130		
Колея, мм	1 930		2 100
Масса эксплуатационная (без рабочих органов), кг	13 850	13 700	13 850

Окончание табл. 4.13

Показатель	Значение		
	Амкодор 352Л	Амкодор 352Л-01	Амкодор 352Л-02
Гидросистема погрузочного оборудования	Объединенная для погрузочного оборудования и рулевого управления, двухнасосная		
Тип гидрораспределителя	Четырехсекционный с прямым гидравлическим управлением		
Время гидравлического цикла: подъем/разгрузка/опускание, с	5,9/1,4/4,0		
Емкость топливного бака, л	215		
Емкость гидравлического бака, л	110		
Для лесопогрузчиков с захватом и выталкивателем 342С.65.00.000			
Грузоподъемность, кг	5 000		
Ширина захвата, мм	1 440		
Диаметр охвата, мм	200–1 300		
Площадь охвата, м <sup>2</sup>	1,33		
Масса захвата, кг	1 540		
Максимальная высота разгрузки, мм	4 140	3 790	3 940
Максимальный вылет захвата, мм	1 830	1 700	1 540
Для лесопогрузчиков с ковшом для щепы 352.61.00.000			
Грузоподъемность, кг	4 000	4 500	
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	5		
Рекомендуемая плотность погружаемого материала, кг/м <sup>3</sup>	700	900	900
Максимальная высота разгрузки, мм	4 540	4 470	4 620
Максимальный вылет ковша, мм	2 160	1 770	1 610
Для лесопогрузчиков с арочным грейфером 352.54.00.000			
Диаметр охвата, мм	—	344–1 300	—
Площадь охвата, м <sup>2</sup>	—	1,52	—
Масса арочного грейфера, кг	—	1 900	—
Максимальная высота разгрузки, мм	—	4 100	—
Ширина раскрытия грейфера, мм	—	2 400	—

**Рама** лесопогрузчика (рис. 4.53) предназначена для размещения и крепления узлов и систем машины и состоит из передней 1 и задней 2 полурам, проушины которых соединены посредством двух вертикальных шарниров. На передней полураме слева и справа устанавливаются кронштейны передних фар и фонарей.

На кронштейны задней полурамы монтируется балансирующая рама 3 с соосным расположением пальцев для обеспечения качения заднего моста в поперечной плоскости, что позволяет разгрузить раму от крутящих нагрузок.

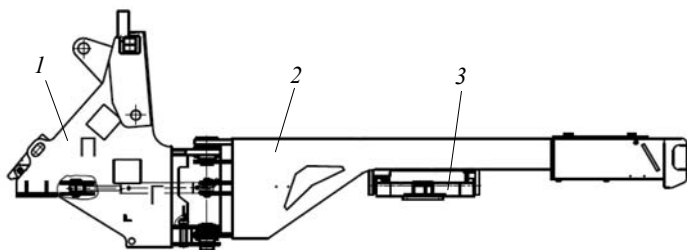


Рис. 4.53. Рама лесопогрузчика «Амкодор 352Л»:  
1, 2 – передняя и задняя полурамы соответственно;  
3 – балансирующая рама

**Карданная передача** (рис. 4.54) состоит из карданного вала 5, соединяющего редуктор отбора мощности с гидромеханической передачей; карданного вала 4 привода заднего моста; карданной передачи привода переднего моста, состоящей из двух карданных валов 1 и 3 и промежуточной опоры 2.

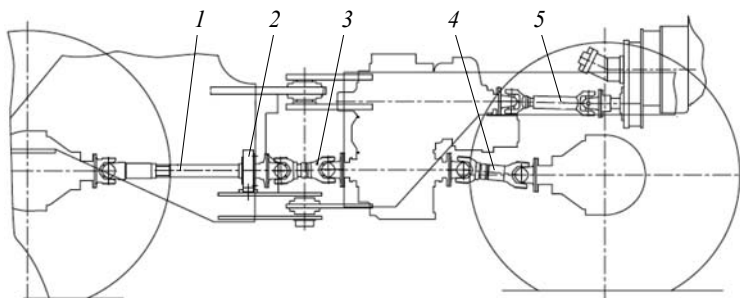


Рис. 4.54. Карданная передача лесопогрузчика «Амкодор 352Л»:  
1, 3 – карданные валы привода переднего моста;  
2 – промежуточная опора; 4 – карданный вал привода заднего моста;  
5 – карданный вал, соединяющий редуктор отбора мощности с ГМП

**Промежуточная опора** предназначена для соединения двух карданных валов привода переднего моста и компенсации изменяющегося расстояния между мостом и гидромеханической передачей в процессе поворота машины. Промежуточная опора выполнена в виде корпуса 6 (рис. 4.55), внутри которого вал 1 опирается на подшипник 5. Смазывание подшипника осуществляется через масленку 2. Снаружи подшипника в проходных крышках 4 и 7 установлены

манжеты 3, предотвращающие выход смазки наружу. На выходящий шлицевой конец вала насажен фланец 8, с помощью которого производится соединение с другим карданным валом.

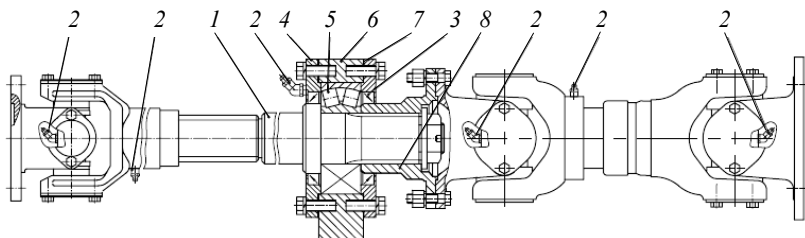


Рис. 4.55. Карданная передача лесопогрузчика «Амкорд 352Л»  
от ГМП к переднему мосту:

1 – вал; 2 – масленка; 3 – манжета; 4, 7 – крышки;  
5 – подшипник; 6 – корпус; 8 – фланец

На машине установлены **ведущие мосты** производства ОАО «Амкорд». Передний мост 2 (рис. 4.56) фиксируется болтами к передней полураме. Подвеска заднего моста 3 осуществляется с помощью балансирной рамки, к которой он крепится с помощью болтов.

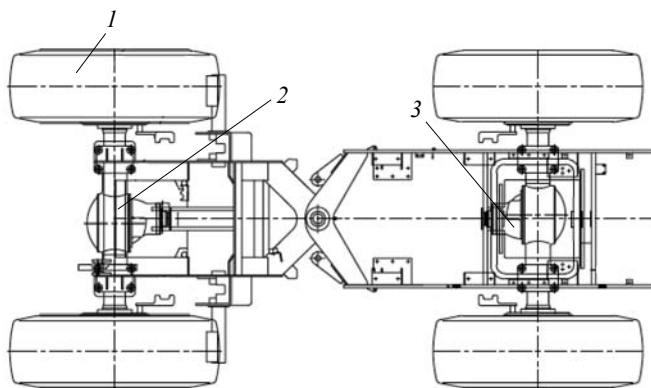


Рис. 4.56. Установка мостов и колес лесопогрузчика «Амкорд 352Л»:  
1 – колесо; 2 – передний мост; 3 – задний мост

**Погрузочное оборудование** предназначено для перемещения (подъем, опускание, поворот) рабочих органов и представляет собой рычажную Z-образную систему с кинематическим возвратом ковша в исходное положение после разгрузки в верхнем положении.

Погрузочное оборудование (рис. 4.57) состоит из стрелы 1, коромысла 2, тяги 3, которые совместно с гидроцилиндрами образуют систему рычагов.

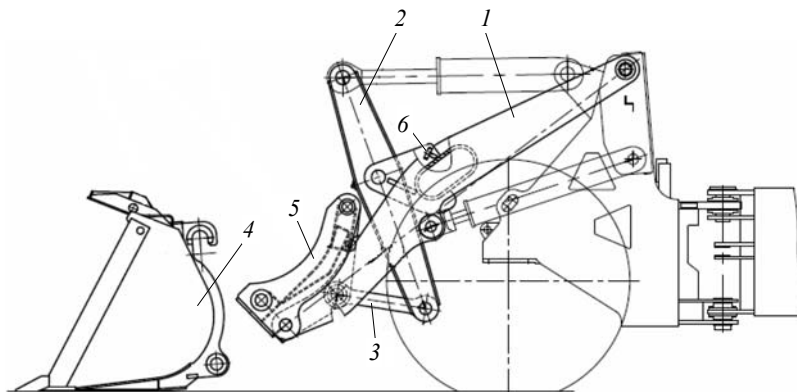


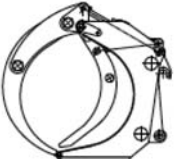
Рис. 4.57. Погрузочное оборудование лесопогрузчика «Амкодор 352Л»: 1 – стрела; 2 – коромысло; 3 – тяга; 4 – быстросменные рабочие органы; 5 – адаптер; 6 – упор

Рабочие органы, устанавливаемые на лесопогрузчик, и их характеристика приведены в табл. 4.14.

В нижних проушинах стрелы установлен адаптер 5, который своей центральной проушиной соединен с тягой 3. На адаптер навешиваются быстросменные рабочие органы 4.

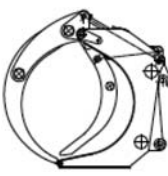
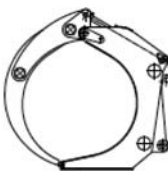
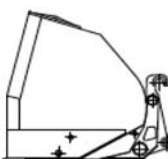

Таблица 4.14

Рабочие органы лесопогрузчиков «Амкодор 352Л, 352Л-01 и 352Л-02»

Тип рабочего органа и наименование показателей		Значение		
		Амкодор 352Л	Амкодор 352Л-01	Амкодор 352Л-02
Захват с выталкивателем 342С.65.00.000				
	Грузоподъемность, кг	4300	4800	
	Ширина захвата, мм	1440		
	Рекомендуемая длина сор- тиментов, мм	5000	5500	
	Диаметр охвата, мм	200–1300		
	Масса захвата, кг	1540		
	Максимальная высота раз- грузки, мм	4140	3790	3940



Окончание табл. 4.14

Тип рабочего органа и наименование показателей		Значение		
		Амкодор 352Л	Амкодор 352Л-01	Амкодор 352Л-02
Лесозахват узкий 342С.45.21.000				
	Грузоподъемность, кг	—	4800	
	Ширина захвата, мм	—	1200	
	Рекомендуемая длина сор- тиментов, мм	—	5500	
	Диаметр охвата, мм	—	200–1300	
	Масса захвата, кг	—	1450	
	Максимальная высота раз- грузки, мм	—	3790	3940
Захват челюстной 342С.66.00.000				
	Грузоподъемность, кг	5000		
	Ширина захвата, мм	1440		
	Рекомендуемая длина сор- тиментов, мм	5000	5500	
	Диаметр охвата, мм	200–1300		
	Масса захвата, кг	1540		
	Максимальная высота раз- грузки, мм	4140	3790	3940
Ковш для щепы 352.61.00.000				
	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	5		
	Ширина, мм	2450		
	Максимальная высота раз- грузки, мм	4540	4470	4620
	Масса ковша, кг	1900		
	Вылет ковша, мм	2160	1770	1610
Грейфер арочный 352.54.00.000				
	Грузоподъемность, кг	—	2700	—
	Диаметр охвата, мм	—	344–1300	—
	Высота разгрузки, мм	—	4100	—
	Масса грейфера, кг	—	1900	—

При разгрузке выбирается приблизительно 50% хода гидроцилиндра ковша, при этом коромысло 2 упирается в упор 6 на поперечной балке стрелы. После разгрузки ковша рукоятка блока управления устанавливается в положение «опускание стрелы», происходит опускание стрелы, и к уровню земли ковш выравнивается до положения набора груза.

### 4.7. Оборудование для лесохозяйственных работ

Учитывая потребности лесохозяйственных учреждений в механизации комплекса работ в лесу, на предприятии разработано лесохозяйственное шасси с возможностью агрегатирования его различным оборудованием (рис. 4.58).

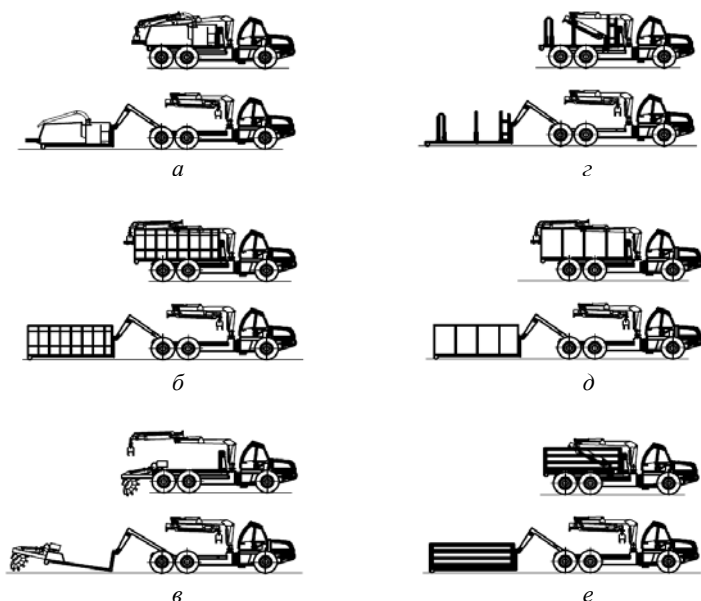


Рис. 4.58. Универсальная лесохозяйственная машина  
«Амкодор 2061», оснащенная:

а – рубильным модулем; б – сменным бункером; в – оборудованием для посадки леса; г – оборудованием для трелевки сортиментов; д – пожарным модулем; е – оборудованием для сбора порубочных остатков

**Универсальная лесохозяйственная машина «Амкодор 2061»** (см. рис. XIV на вкладке между с. 112 и 113) может оснащаться рубильным модулем (рис. 4.58, а), сменным бункером (рис. 4.58, б), оборудованием для посадки леса (рис. 4.58, в), оборудованием для трелевки сортиментов (рис. 4.58, г), пожарным модулем (рис. 4.58, д), оборудованием для сбора порубочных остатков (рис. 4.58, е).

Особенностью машины является установка мультилифтового погрузочного оборудования грузоподъемностью 10 т, позволяющего осуществлять быструю смену рабочих органов.

В 2012 г. для лесохозяйственного шасси уже разработаны сменный бункер, пожарный модуль и оборудование для трелевки сортиментов. В отличие от серийного форвардера «Амкодор 2661-01» на машине установлен более мощный двигатель (132 кВт), передний отвал, мультилифтовое погрузочное оборудование, увеличена на 500 мм задняя полубаза и установлен Z-образный манипулятор производства ООО «Велмаш-С».

ОАО «Амкодор» также разрабатывает новый для машиностроителей Республики Беларусь вид оборудования – **мульчирователь «Амкодор 2021»** (рис. 4.59). Машина предназначена для удаления и измельчения древесно-кустарниковой растительности, отходов лесозаготовок и равномерного распределения по поверхности измельченного древесного сырья методом фрезерования и мульчирования.

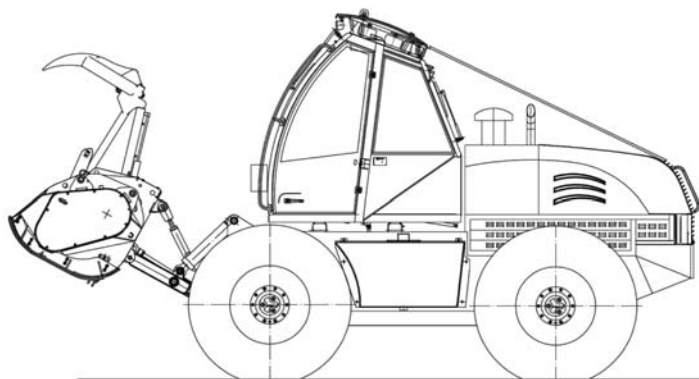


Рис. 4.59. Мульчирователь «Амкодор 2021»

Равномерно распределенные по поверхности измельченные древесные отходы и тонкомер быстрее перегнивают, тем самым улучшая циркуляцию воздуха и воды в почве, повышают ее плодородие, а также пожарную безопасность на разработанных лесосеках. Машина эффективно используется для расчистки от древесной растительности участков под линиями электропередач, квартальных просек и других территорий, на которых необходимо регулярное сведение растительности.

Кроме удаления и измельчения растительности мульчирователь, при движении назад, разравнивает почву на глубину 5 см и перемешивает с ней остатки древесины.

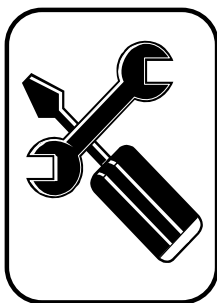
Мульчирователь представляет собой базовое колесное шасси 4К4, на трехточечной навеске которого установлен рабочий орган в виде фрезы с приводом от вала отбора мощности. Машина может перерабатывать древесной диаметром до 0,3 м с рабочей скоростью 0,5–2,0 км/ч.



### Контрольные вопросы

1. Какие узлы и агрегаты лесных машин производятся на заводах ОАО «Амкодор» и какова их доля в общем составе машин?
2. Назовите основные отличительные особенности лесных машин «Амкодор».
3. Поясните принцип маркировки лесных машин «Амкодор».
4. Какие Вы знаете типы и модели машин ОАО «Амкодор»?
5. Расскажите принцип работы харвестера.
6. Перечислите основные узлы харвестера «Амкодор 2551».
7. Назначение и конструкция рамы харвестера.
8. Что включает трансмиссия харвестера и в чем ее назначение?
9. Назовите элементы гидростатической передачи.
10. Из каких контуров состоит гидравлическая система харвестера «Амкодор 2551»?
11. Что включает технологическое оборудование харвестера и какова его характеристика?
12. Назовите отличия харвестеров «Амкодор 2541, 2551 и 2583».
13. Назначение харвестеров «Амкодор 2531 и 2583».
14. Расскажите принцип работы форвардера.
15. Перечислите основные узлы форвардера «Амкодор 2661-01».
16. Назовите основные технические параметры форвардера «Амкодор 2661-01».

17. Дайте характеристику силовой установки форвардера.
18. Какие основные элементы технологического оборудования форвардера Вы знаете?
19. Перечислите отличия форвардеров «Амкодор 2662, 2662-01» от форвардера «Амкодор 2661-01».
20. Назначение форвардера «Амкодор 2682» и его основные технические характеристики.
21. В чем особенности конструкции комбинированной машины «Амкодор 2661-02»?
22. Назовите отличия двухзвенных погрузочно-транспортных машин от специализированных форвардеров.
23. Типы трелевочных машин и технологические особенности их работы.
24. Назначение и особенность конструкции гидромеханической передачи трелевочных машин «Амкодор».
25. Какое технологическое оборудование трелевочных машин «Амкодор 2243» Вы знаете?
26. Расскажите про конструкцию и принцип работы лебедки.
27. Назовите отличия машин «Амкодор 2242В и 2243».
28. Назначение и особенности конструкции срезающего механизма машины «Амкодор 2243С».
29. Что собой представляет рубильный модуль машины «Амкодор 2902»?
30. Назначение фронтального лесопогрузчика «Амкодор 352Л».
31. Перечислите основные узлы лесопогрузчика.
32. Что включает погрузочное оборудование?
33. Какие Вы знаете рабочие сменные органы для фронтальных лесопогрузчиков «Амкодор»?
34. Назовите оборудование ОАО «Амкодор», предназначенное для выполнения лесохозяйственных работ.
35. Каким оборудованием может оснащаться универсальная лесохозяйственная машина «Амкодор 2061»?



## 5. ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН «АМКОДОР»

---

### 5.1. Правила и особенности эксплуатации и технического обслуживания машин

Длительная и бесперебойная работа, а также надежность оборудования обеспечиваются только при регулярном и правильном его обслуживании, а также соблюдении рекомендаций изготовителя при эксплуатации машин.

С целью повышения качества гарантийного и послегарантийного обслуживания машин на ОАО «Амкодор» создана сервисная служба по лесным машинам, которая с учетом сокращения сроков проведения сервисных работ и поставки запасных частей имеет филиалы в областях Республики Беларусь. Кроме того, в состав холдинга входят фирмы, осуществляющие послегарантийное обслуживание техники (ЗАО «Амкодор-Спецсервис»), торговлю запасными частями и выполняющие дополнительные услуги по ремонту двигателей, заправке кондиционеров и другие работы (ООО «Техпромимпекс»).

На внешних рынках имеется развитая дилерская сеть, в функции которой также входят работы по поставке запасных частей и обслуживанию техники.

На предприятии для каждой машины разработаны *сервисные книжки*, в которых приводятся: условия гарантии; перечень работ, проводимых представителем фирмы – исполнителем работ по техническому обслуживанию (ТО) во время приемки и перед пуском изделия в эксплуатацию; работы по ежесменному техническому обслуживанию, обслуживанию машины после проведения обкатки; эксплуатационные материалы, перечень смазочных материалов отечест-

венного производства и их заменителей иностранного производства; таблица планового технического обслуживания в процессе эксплуатации; операции по сезонному техническому обслуживанию и обслуживанию при хранении машин, а также контрольные талоны о постановке машины на гарантийное обслуживание и талоны по проведению технического обслуживания.

**Условия гарантии на лесные машины ОАО «Амкодор».** Замена неисправных деталей осуществляется фирмой – исполнителем работ по техническому обслуживанию.

Замена сборочных единиц и деталей в случае их выхода из строя, а также устранение возникших неисправностей в течение гарантийного срока производятся за счет изготовителя машины при условии соблюдения владельцем правил эксплуатации, технического обслуживания, транспортирования и хранения, а также выполнения рекомендованных сроков и объемов работ по техническому обслуживанию, приведенных в сервисной книжке, при условии заполнения контрольных талонов. Владелец машины также теряет право на гарантию, если выполнялась какая-либо модернизация изделия, или ее конструктивные изменения, или замена запасных частей не оригинальными деталями и сборочными единицами, произведенными без согласования с изготовителем.

Гарантия не распространяется на быстроизнашивающиеся и подлежащие по этой причине замене детали.

Для всех машин разработаны **общие требования** по их эксплуатации и техническому обслуживанию.

Машина всегда должна быть заправлена топливом, смазочными материалами, рабочей жидкостью гидравлических систем, охлаждающей жидкостью и готова к работе. Необходимо содержать машину в чистоте, выполнять ежедневный осмотр машины с целью предотвращения ослабления крепежа (особенно колес, рулевого управления, технологического оборудования), течи охлаждающей жидкости и масел, устранения загрязнения ее механизмов, проводить другие профилактические работы для обеспечения работоспособности машины, ее пожарной безопасности и безопасности выполнения работ, а также регулярно проводить плановое техническое обслуживание. При работе машины не допускать повышенных шумов и стуков, свидетельствующих о ненормальной работе составных частей, подбирать рабочие режимы так, чтобы двигатель работал с полной нагрузкой или близкой к ней, не допускать работу

машины при давлении масла в гидравлической системе ниже допустимого предела.

В процессе технического обслуживания машины необходимо строго соблюдать периодичность замены масел и фильтров (фильтрующих элементов). Не допускается использовать для заправки (дозаправки) масла и смазки, отсутствующие в руководстве по эксплуатации машины или в сервисной книжке. Техническое обслуживание необходимо проводить в сроки, указанные в сервисной книжке (табл. П1), независимо от технического состояния машины.

***Во время эксплуатации машины запрещается:***

- непрерывная работа стартера более 15 с и повторное его включение менее чем через 30–40 с;
- полная нагрузка непрогретого двигателя;
- резкая остановка двигателя после работы (необходимо проработать в течение 3–5 мин сначала на средней, а затем на минимальной частоте холостого хода двигателя для охлаждения нагретых до высокой температуры деталей турбокомпрессора);
- работа двигателя при давлении масла в главной масляной магистрали ниже 0,1 МПа, а также на минимальной частоте вращения холостого хода более 15 мин;
- производить ремонт или регулировки систем машины во время ее движения или при работающем двигателе;
- во избежание перегрева главной передачи тандемного моста движение на транспортной передаче более 15 км (либо более 30 мин) без остановки;
- поднимать груз, масса которого превышает грузоподъемность манипулятора (обрабатывать деревья, диаметр которых превышает допустимый для харвестерной головки);
- пользоваться стояночным тормозом во время движения, кроме аварийных ситуаций;
- работать на местности с уклоном более 5° для обеспечения поперечной устойчивости и более 20° для обеспечения продольной устойчивости машины.

Кроме того, при эксплуатации харвестера во избежание гидроудара, который может вызвать повреждение (течь) патрубков радиатора охлаждения гидросистемы или повреждение уплотнений пилы, запрещается включать быстрое протаскивание и реверс валцов харвестерной головки, а также привод пильной цепи без зажато го лесоматериала; работать с затупленной пильной цепью.



Перед пуском новой машины необходимо: провести внешний осмотр машины; проверить уровень смазки в картере двигателя, составных частях трансмиссии, уровень рабочей жидкости в баке гидросистемы; привести в рабочее состояние аккумуляторные батареи; смазать все сборочные единицы в соответствии с картой смазки; заправить топливный бак и систему охлаждения; проверить давление воздуха в шинах и др.

*Обкатка машины* является обязательной подготовительной операцией перед пуском ее в эксплуатацию. Во время обкатки происходит приработка механизмов, уплотнение прокладок, вытяжка ремней и стабилизация режимов пар трения. Уменьшение нагрузки и снижение скорости движения в обкаточный период в значительной степени повышают долговечность шин. В обкаточный период закладываются основы длительной безотказной работы машины. Недостаточная или некачественная обкатка приводит к значительному сокращению срока службы деталей и сборочных единиц машины.

Обкатка новой машины производится в течение первых 30 ч ее работы и состоит из следующих этапов:

- 1) техническое обслуживание перед обкаткой;
- 2) обкатка машины без нагрузки (на протяжении 5 ч);
- 3) обкатка машины под нагрузкой (15 ч при нагрузке двигателя не более 50%, 10 ч – не более 70%);
- 4) техническое обслуживание после обкатки.

В процессе эксплуатации после запуска двигателя до включения нагрузки необходимо дать двигателю поработать 2–3 мин на минимальной частоте вращения холостого хода с постепенным повышением ее до  $1600 \text{ мин}^{-1}$ . Полная нагрузка непрогретого до рабочей температуры двигателя не допускается. Двигатель считается прогретым и полностью готовым к принятию нагрузки, если температура охлаждающей жидкости равна  $60\text{--}70^\circ\text{C}$ , а давление масла при номинальной частоте вращения коленчатого вала находится в пределах  $0,28\text{--}0,45 \text{ МПа}$ .

При температуре окружающего воздуха ниже  $-20^\circ\text{C}$  запуск двигателя осуществляется с помощью предпускового подогревателя. Если при низких температурах не имеется в распоряжении специального дизельного топлива, то в таких случаях рекомендуется подмешивать к зимнему дизельному топливу керосин или бензин (табл. 5.1).

Таблица 5.1

**Применение дизельного топлива при отрицательных температурах**

Температура окружающего воздуха, °С	Содержание зимнего дизельного топлива, %	Присадка
От 0 до –25	100	–
От –25 до –40	50	50% керосина (бензина) или арктического дизельного топлива

При понижении уровня антифриза, за счет выкипания в системе охлаждения, необходимо доливать воду, так как выкипает главным образом вода. Антифриз следует доливать, только если произошла его утечка. Причину понижения уровня антифриза можно определить по его плотности. Если плотность антифриза не изменилась, а уровень понизился – в системе имеется течь; если плотность увеличилась – вода из состава антифриза выкипела.

Бак гидравлических систем необходимо заправлять до середины смотрового окна при разряженных пневмогидроаккумуляторах. Корпуса мостов следует заполнять смазкой до контрольного отверстия. Проверять уровень рабочей жидкости в гидромеханической передаче необходимо при холостых оборотах двигателя (или при выключенном двигателе, но не позднее чем через 2 мин после его выключения) и при установленном в нейтральное положение распределителя смены направления движения механизма управления ГМП. Уровень смазки в редукторе отбора мощности должен соответствовать контрольному заливному отверстию. После заправки следует поработать 4–5 мин, а затем проверить уровень смазки и при необходимости долить.

Для нормального функционирования машины при выполнении работ и передвижении рекомендуется поддерживать частоту вращения коленчатого вала двигателя не ниже средних оборотов ( $1400 \text{ мин}^{-1}$ ).

При эксплуатации трансмиссии необходимо следить за надежным креплением ее составных частей и уровнем масла в них, проверять герметичность соединений трубопроводов и стыков картеров, не допускать утечек масла и попадания воздуха в гидросистему гидромеханической передачи, своевременно заменять фильтрующие элементы фильтров гидросистемы ГМП. При повышении температуры масла в гидросистеме выше  $100^\circ\text{C}$ , снижении давления во фрикционных ГМП, а также при появлении стуков и ненормальных шумов следует прекратить работу, установить и устранить причину

неисправности. Во избежание поломки зубчатой муфты коробки передач переключение диапазонов производить при остановленной машине при минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя. Переключать ступени коробки передач следует в строгой последовательности, ступени заднего хода включать только после полной остановки машины.

При эксплуатации шин и колес необходимо ежедневно проверять затяжку гаек крепления колес, давление воздуха в шинах. Уменьшение внутреннего давления воздуха в шинах на 25% от нормы снижает срок их службы на 25–40%. При длительной стоянке (более 10 дней) следует разгрузить шины и поставить машину на подставки, которые поместить под балки подмоторного и заднего мостов.

В зимний период эксплуатации (особенно при низких температурах) после длительной стоянки машины на открытом воздухе в течение первых 15–20 мин необходимо начинать движение с малой скоростью (не более 10 км/ч) для того, чтобы детали трансмиссии и ходовой части прогрелись на малых нагрузках, что повысит их работоспособность при возрастании нагрузок.

При шиномонтажных работах запрещается снимать со ступицы колесо без полного выпуска воздуха из шины.

*Эксплуатационные материалы.* Для машин необходимо применять эксплуатационные материалы только рекомендуемых марок. Топливо, моторные масла и охлаждающую жидкость, трансмиссионные масла, рабочие жидкости для гидравлических систем и пластичные смазки следует применять в соответствии с сезоном и климатическими условиями эксплуатации машин.

Перечень горюче-смазочных материалов и рекомендации по их применению в зависимости от температуры окружающего воздуха приводятся в сервисных книжках (табл. П2). Также указываются марки смазочных материалов иностранных фирм, близких по своим характеристикам аналогичным маркам производства стран СНГ (табл. П3).

*Техническое обслуживание* проводится в целях содержания машины в постоянной исправности и заключается в выполнении определенных регламентных работ. Техническое обслуживание машины должно обеспечивать:

- постоянную техническую готовность;
- максимальное межремонтное время работы;
- устранение причин, вызывающих износ, неисправности и поломки составных частей;

– минимальный расход топлива, смазочных и других эксплуатационных материалов.

Техническое обслуживание машины включает заправку топливом, смазочными материалами и охлаждающей жидкостью, уборку, чистку и мойку, проверку комплектности, надежности крепления и состояния сборочных единиц и их регулировку.

Смазочные и крепежные работы выполняют в обязательном порядке, а регулировочные работы и устранение неисправностей – по необходимости. Неисправности, обнаруженные в процессе эксплуатации, должны устраняться, не дожидаясь очередного технического обслуживания.

**Виды и периодичность технического обслуживания.** При подготовке к эксплуатации и во время нее для машины установлены следующие виды и периодичность технического обслуживания (табл. П1):

1) техническое обслуживание после эксплуатационной обкатки (после 30 ч);

2) ежесменное техническое обслуживание (ЕТО) – через каждые 10 ч работы или ежедневно (по окончании рабочей смены);

3) техническое обслуживание № 1 (ТО-1) – через 125 ч;

4) второе техническое обслуживание № 1 (2ТО-1) – через 250 ч;

5) техническое обслуживание № 2 (ТО-2) – через 500 ч;

6) техническое обслуживание № 3 (ТО-3) – через 1000 ч;

7) сезонное техническое обслуживание (СТО) – 2 раза в год при переходе к осенне-зимней и весенне-летней эксплуатации.

Основным назначением *номерных технических обслуживаний* является снижение интенсивности износа деталей, повышение долговечности и безотказности сборочных единиц за счет своевременного выявления и устранения неисправностей путем выполнения контрольных, смазочных, крепежных, регулировочных и других работ.

*Сезонное техническое обслуживание* включает в себе операции осенне-зимнего и весенне-летнего технического обслуживания.

Операции осенне-зимнего технического обслуживания включают:

– проверку действия шторки радиатора и установку ее в положение, соответствующее сезону;

– проверку работы отопителя кабины;

– доведение плотности электролита в аккумуляторной батарее до зимней нормы с учетом климатического района;

– промывку топливного бака и заполнение его зимним сортом топлива;

- промывку гидробака, корпуса редуктора отбора мощности и замену рабочей жидкости и смазки в соответствии с сезоном;
- замену в картере двигателя летнего сорта масла на зимний;
- выполнение смазочных работ сезонного ТО.

Сезонное ТО проводится при температуре окружающей среды выше 5°C.

Операции весенне-летнего технического обслуживания аналогичны осенне-зимнему ТО для соответствующего сезона.

*Смазка сборочных единиц* осуществляется в строгом соответствии со схемой смазки. Своевременная смазка значительно уменьшает износ деталей. Обычно смазку совмещают с очередным техническим обслуживанием. На рис. 5.1 приведена схема смазки форвардера.

При проведении смазочных работ необходимо: тщательно удалить грязь с пресс-масленок, пробок и т. п. во избежание попадания грязи в смазываемые полости; прессовать смазку рычажно-плунжерным шприцем до тех пор, пока она не покажется из стыков деталей смазываемой единицы; после мойки машины под большим давлением, когда возможно вымывание смазки, произвести смазку шарнирных соединений машины.

Также необходима своевременная замена фильтров и фильтрующих элементов, установленных на машинах (табл. 5.2).

Таблица 5.2

**Периодичность замены фильтрующих элементов на форвардере**

Наименование фильтрующего элемента	Периодичность замены, ч
<b>Двигатель</b>	
Фильтрующий элемент фильтра тонкой очистки топлива	1000
Фильтр очистки масла	250
Фильтр тонкой очистки масла	250
Фильтрующий элемент воздухоочистителя	500
Фильтр-патрон воздухоочистителя	500
<b>Гидромеханическая передача</b>	
Фильтрующие элементы очистки масла магистрального фильтра	250
Фильтрующие элементы фильтра тонкой очистки масла	250
<b>Гидросистема технологического оборудования и рулевого управления</b>	
Фильтрующие элементы напорного фильтра	500

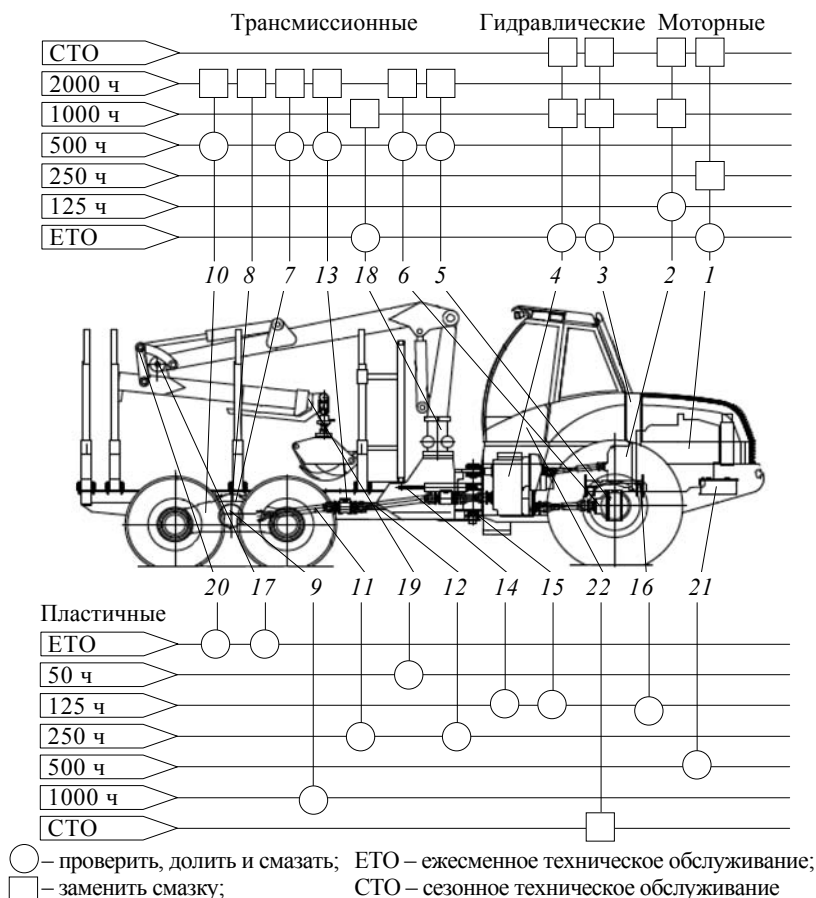


Рис. 5.1. Схема смазки форвардера «Амкордер 2661-01»:

1 – картер двигателя; 2 – редуктор отбора мощности; 3 – гидросистема тормозов, технологического оборудования и рулевого управления; 4 – гидросистема ГМП; 5 – картер главной передачи переднего моста; 6 – картер конечной передачи переднего моста; 7 – дифференциал заднего моста; 8 – планетарный приводной механизм заднего моста; 9 – поворотный круг заднего моста; 10 – tandemные коробки; 11 – шлицевые соединения карданных валов; 12 – шарниры карданных валов; 13 – промежуточные опоры карданных валов; 14 – шарниры гидроцилиндров поворота; 15 – шарниры рамы; 16 – шарниры балансирной рамки; 17 – шарниры элементов технологического оборудования; 18 – поворотное устройство манипулятора; 19 – опорные поверхности телескопических секций; 20 – шарниры гидроцилиндров технологического оборудования; 21 – клеммы и наконечники проводов аккумуляторных батарей; 22 – петли дверей, механизмы замков дверей

При техническом обслуживании силовой установки по мере необходимости проводится промывка топливного бака.

При обслуживании радиатора системы охлаждения двигателя нельзя заливать сразу холодную жидкость в радиатор при перегретом двигателе, чтобы не появились трещины в рубашках блока и головках цилиндров. При заливке антифриза следует соблюдать особую осторожность, так как антифриз содержит ядовитый этиленгликоль.

Для очистки сердцевины радиатора необходимо продуть ее вначале сжатым воздухом, а затем промыть струей воды.

Причинами повышенного шума и перегрева гидромеханической передачи могут быть: снижение уровня масла в ГМП, износ подшипников валов и шестерен, заклинивание муфт свободного хода реакторных колес гидротрансформатора, засорение масляного радиатора, применение рабочего масла, отличающегося от рекомендуемого для обязательного использования.

При техническом обслуживании карданных передач проводятся следующие работы: проверяется затяжка болтов крепления фланцев, надежность стопорения подшипников шарниров; осуществляется осмотр состояния уплотнений и других деталей; смазываются через масленки шлицевые соединения вала и подшипники до появления свежей смазки из зазоров и отверстий в заглушках.

В процессе эксплуатации карданных передач в конце каждой смены после остановки двигателя необходимо проверять на ощупь степень нагрева подшипников узла (при нормальном нагреве рука выдерживает длительное прикосновение). Замену смазки в промежуточных опорах карданных валов следует производить после промывки опор.

Техническое обслуживание ведущих мостов выполняется в целях содержания их в постоянной технической исправности и заключается в поддержании необходимого уровня и своевременной смене масла, проверке уплотнений и затяжке болтовых соединений мостов, проведении необходимых регулировок.

При эксплуатации машин не допускается применять шины с разным рисунком и износом протектора. При значительном износе шин во время технического обслуживания (ТО-3) необходимо переставить колеса в той последовательности, которая показана на рис. 5.2.

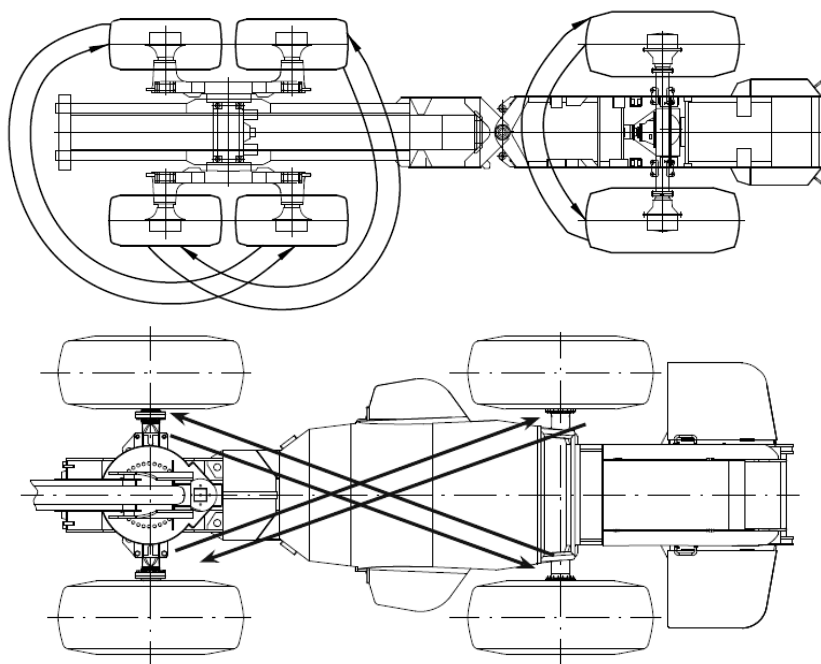


Рис. 5.2. Схема перестановки колес

Покрышки и камеры лучше хранить в помещении при температуре от  $-30$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ , в месте, не доступном действию солнечных лучей.

При техническом обслуживании гидросистемы следует очистить гидроаппараты от внешних загрязнений и проверить их крепление, а также состояние рукавов высокого давления. Не допускается скручивать рукава высокого давления относительно продольной оси, устанавливать их с изгибом вблизи наконечника или резкими перегибами. Перед заменой рабочую жидкость необходимо предварительно прогреть на рабочих режимах до установившейся температуры. Смену рабочей жидкости следует производить при опущенном рабочем оборудовании. Линейные фильтры гидросистемы промывке и восстановлению не подлежат и заменяются новыми. Замену фильтрующих элементов необходимо производить при срабатывании индикатора загрязнения и при замене масла, но не реже чем через 500 ч работы.



При техническом обслуживании аккумуляторных батарей следует доливать в батарею только дистиллированную или специально очищенную (деионизированную) воду. Аккумуляторные батареи необходимо содержать в чистоте, сухими и в заряженном состоянии, регулярно очищать окислившиеся клеммы и наконечники проводов и смазывать их тонким слоем технического вазелина. Батареи должны находиться в состоянии, близком к полной зарядке (разряд более чем на 50% летом и на 25% зимой не допускается).

Уровень электролита должен быть выше решетки пластин (или верхнего ребра сепаратора) на 15 мм, если на корпусе батареи нет отметки об уровне электролита. Температура электролита, заливаемого в аккумулятор, должна быть не выше 25°C. Не рекомендуется заливать батареи электролитом с температурой ниже 15°C. Для получения электролита соответствующей плотности на 1 л воды следует добавлять серную кислоту плотностью 1,83 г/см<sup>3</sup> в количестве, указанном в табл. 5.3.

Таблица 5.3

**Количество серной кислоты для приготовления электролита**

Плотность электролита, г/см <sup>3</sup> , приведенная к 15°C	Серная кислота, л/л воды
1,23	0,28
1,25	0,31
1,27	0,345
1,29	0,385

Не ранее чем через 20 мин и не позднее чем через 2 ч после заливки электролита необходимо произвести контроль его плотности.

Плотность электролита и степень разряженности аккумуляторных батарей приведены соответственно в табл. 5.4 и 5.5.

При плотности ниже указанной батарея подлежит дополнительной зарядке. Для этой цели батарея соединяется с зарядным устройством, при этом положительный полюс батареи соединяется с положительным полюсом зарядного устройства, а отрицательный – с отрицательным. Неправильное включение делает батарею непригодной к дальнейшему использованию.

Во время зарядки температура электролита не должна превышать 40°C. Если она превышает указанное значение, следует уменьшить заряжающий ток или прекратить зарядку до нормализации

температуры электролита. Батарея считается полностью заряженной, когда в продолжение 2 ч значение плотности электролита и общее напряжение остаются постоянными. При необходимости проводится коррекция плотности путем доливания дистиллированной воды (при большой плотности) или дополнительной зарядки (при малой плотности). После зарядки батарея закрепляется в аккумуляторном ящике и соединяется с электрической цепью машины.

Таблица 5.4

**Плотность электролита аккумуляторных батарей**

Средняя месячная температура воздуха в январе, °C	Плотность электролита, г/см <sup>3</sup> , приведенная к 15°C	
	заливаемого	заряженной батареи
Холодная зона с климатическими районами:		
– холодный (от –30 до –15°C)	1,27	1,29
– умеренный (от –15 до –4°C)	1,25	1,27
– жаркий (от +4 до +15°C)	1,23	1,25

Таблица 5.5

**Степень разряженности аккумуляторных батарей**

Полностью заряженная батарея	Степень разряженности батареи	
	25%	50%
1,29	1,25	1,21
1,27	1,23	1,19
1,25	1,21	1,17
1,23	1,19	1,15

**Текущий ремонт машины** должен обеспечивать гарантированную работоспособность машины до очередного планового ремонта (текущего или капитального) путем восстановления или замены отдельных сборочных единиц и деталей в объеме, определяемом техническим состоянием. Текущий ремонт рекомендуется проводить по мере необходимости, при этом необходимо своевременно останавливать работу машины на ремонт для уменьшения последствий неисправностей.

Перед началом текущего ремонта, после чистки и мойки машины, на основании тщательного наружного осмотра, частичной разборки и составления перечня дефектов, обнаруженных при эксплуатации и обслуживании машины, составляется дефектная ведомость.

Она должна составляться при участии оператора и механика (или другого инженерно-технического работника, ответственного за техническое состояние машины).

Выбраковка деталей и сборочных единиц должна производиться в соответствии с данными табл. 5.6.

Таблица 5.6

**Общие технические требования на выбраковку деталей после разборки**

Наименование деталей	Дефекты, при наличии которых детали выбраковываются
Подшипники	Выкрашивание усталостного характера на беговых дорожках, кольцах, шариках или роликах. Раковины, чешуйчатые отслоения коррозионного характера. Трещины, обломы. Цвета побежалости на беговых дорожках колец, шариках или роликах. Отрывы головок заклепок, вмятины на сепараторах, поломки сепараторов
Валы и оси	Трещины любых размеров и расположения
Шестерни, зубчатые колеса, муфты	Обломы зубьев. Трещины любых размеров и расположения
Детали со шлицами	Сдвиги, смятия и обломы шлицев. Скручивания шлицев совместно с деталями
Корпуса редукторов	Трещины любых размеров и расположения
Пальцы и втулки шарниров рабочего оборудования (рама, балансирующая рамка, технологическое оборудование)	Задиры, трещины, сколы, наклепы любых размеров

Бывшие в употреблении уплотнительные прокладки разрешается устанавливать на машине при условии их полной годности.

Детали, имеющие забитую или сорванную более двух ниток резьбу, подлежат замене. Для деталей, сборочных единиц гидросистемы и тормозной системы срыв резьбы допускается не более одной нитки.

Нельзя устанавливать болты и гайки со смятыми ребрами гранией, а также зарубками от зубила.

При замене изношенной шестерни следует для обеспечения правильного зацепления одновременно заменить сопряженную шестерню. Замена только одной шестерни допускается при установке не новой, а уже работавшей шестерни, которая еще может быть использована. Не допускается разукрупнение конических пар ведущих мостов.

Зубья шестерни, имеющие заусенцы и допустимый износ, зачищают абразивным бруском. Изношенные шлицы валов при необходимости ремонтируют наплавкой. Изношенные шейки крестовины карданного вала восстанавливают хромированием или протачиванием на станке с запрессовкой термически обработанных втулок и последующей их шлифовкой.

Вилки кардана с изношенными шлицами, а также изношенные подшипники и сальники заменяют новыми.

Карданные валы, имеющие прогиб более 0,5 мм, правят в холодном состоянии под прессом. Шейки валов под манжеты не должны иметь рисок и неравномерного износа. При запрессовке манжет необходимо избегать перекоса манжет и повреждения наружного слоя резины.

Для каждой машины на ОАО «Амкодор» на основе анализа их работы приведены возможные различные неисправности составных частей, причины их возникновения и способы устранения, что значительно упрощает диагностику и ремонт оборудования.

## **5.2. Меры безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании лесных машин**

Все работы с применением лесных машин должны вестись в соответствии с разработанными и утвержденными в Республике Беларусь Межотраслевыми правилами по охране труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве.

Данные правила устанавливают требования по охране труда, направленные на обеспечение здоровых и безопасных условий труда работающих в отрасли. Требования по охране труда, содержащиеся в межотраслевых правилах, распространяются на всех работодателей независимо от их организационно-правовых форм, осуществляющих виды деятельности, связанные с лесозаготовкой, деревообработкой и лесохозяйственными работами.

В соответствии с данными правилами к управлению машинами допускаются лица, не моложе 18 лет, прошедшие предварительный и периодический медицинские осмотры и признанные годными для выполнения соответствующих видов работ; прошедшие инструктаж, стажировку, обучение и проверку знаний по охране труда, пожарной

безопасности, оказанию первой медицинской помощи и имеющие об этом специальное удостоверение, а также прошедшие специальное обучение и имеющие удостоверение на право управления машиной данной конструкции. Работники, совмещающие профессии, должны быть обучены безопасным приемам и пройти инструктаж по охране труда на всех выполняемых работах. Работники, занятые управлением и обслуживанием машин, должны знать устройство и назначение всех частей, отдельных узлов, аппаратуры, а также правила эксплуатации и ухода за ними, строго соблюдать инструкцию завода-изготовителя.

Лесозаготовительные машины должны соответствовать стандартам, техническим условиям на их изготовление и эксплуатироваться только в исправном состоянии.

Не допускается находиться на территории предприятия, рабочем месте или в рабочее время в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения.

*Перед началом работы* необходимо убедиться в исправности узлов машины и технологического оборудования. Проверке подлежат: крепление технологического оборудования, ограждение кабины, звуковой сигнал, приборы освещения, остекление, крепление защитных устройств.

Все операции по регулированию технологического оборудования, техническому обслуживанию и ремонту следует производить при остановленном двигателе.

Перед запуском двигателя машинист должен убедиться в том, что рукоятки управления машиной и навесным технологическим оборудованием находятся в нейтральном положении, гидросистема отключена, на вращающихся деталях двигателя и трансмиссии нет посторонних предметов.

После запуска двигателя машинист должен проверить все механизмы машины и технологического оборудования на холостом ходу.

Перед началом движения машинист должен убедиться в отсутствии людей около машины и на пути ее движения и подать сигнал.

*В процессе работы* в машине должен находиться один машинист. Присутствие посторонних лиц в кабине или других местах машины не допускается.

Машинистам не разрешается:

- 1) оставлять машину без наблюдения при работающем двигателе;
- 2) садиться и выходить из кабины на ходу или во время работы технологического оборудования;

- 3) стоять под поднятым технологическим оборудованием;
- 4) заезжать на уклоны, превышающие значения, указанные в технической документации по эксплуатации конкретного типа машины;
- 5) залезать под машину для осмотра и ремонта, выполнять смазку и регулировку технологического оборудования при работающем двигателе;
- 6) оставлять рабочий орган в не опущенном положении.

Машинная заготовка разрешена круглосуточно, при этом в ночное время на лесосеке должны работать не менее двух машин.

Во время работы машин должна соблюдаться опасная зона (для харвестера – 70 м, форвардера и рубильной машины – 25 м, трелевочных машин – 10 м от края пакета лесоматериалов). При обнаружении нарушения опасной зоны работа на машине должна быть немедленно прекращена.

Не допускается производить валку деревьев, диаметр которых более предусмотренного в технологической документации по эксплуатации машины.

Перемещение харвестера во время выполнения спиливания, обрезки сучьев и раскряжевки не разрешается.

*По окончании работы оператор машины обязан:*

- поставить машину на стоянку;
- привести технологическое оборудование в транспортное положение, стрелу (харвестерную головку) опустить на землю;
- рукоятъ управления машиной и технологическим оборудованием привести в нейтральное положение;
- выключить гидронасосы, остановить двигатель, отключить аккумулятор, закрыть дверь кабины на замок;
- очистить машину.

**Требования безопасности в аварийных ситуациях.** При показаниях приборов, оповещающих о недостаточном давлении масла в двигателе или повышенной температуре охлаждающей жидкости, необходимо немедленно остановить машину и выключить двигатель. Далее принять меры к устранению выявленных неисправностей.

При обрыве цепи пильного механизма у харвестеров следует определить по положению пильной шины размер недопиленной части дерева для оценки его устойчивости. Если недопил незначителен, приземлить дерево. Если недопил дерева большой, освободить шину из пропила, взять запасную пильную цепь и произвести ее замену.

Отсоединение гидрорукавов высокого давления от цилиндра рабочих органов необходимо осуществлять после их раскрытия или опускания.

В случае возникновения пожара для тушения пламени следует использовать огнетушитель, находящийся в кабине.

Кроме приведенных правил безопасности, производитель машин ОАО «Амкор» разработал комплекс безопасных условий в процессе эксплуатации машин и их технического обслуживания. Ниже приведены основные из них на примере форвардера «Амкор 2661-01».

В процессе работы необходимо пользоваться ремнем безопасности и регулярно проверять его на изношенность.

До начала работы форвардер должен быть укомплектован знаками аварийной остановки, ограничения скорости и другими знаками безопасности. Следует проверить функционирование сигналов аварийной остановки. Кабина машины должна быть оснащена аптечкой и огнетушителем. Каждый работающий на машине должен знать, как пользоваться аптечкой, уметь применять огнетушитель в случае надобности.

Необходимо, чтобы все узлы гидросистемы были чистыми и в хорошем состоянии. Дефектные рукава или металлические соединения должны своевременно заменяться. Нельзя допускать подтеканий жидкостей из баков и трубопроводов, так как находящиеся под давлением жидкости могут привести к серьезным травмам.

Все электрические контакты, изоляция и проводка на машине должны находиться в рабочем состоянии. Запрещается использовать машину при отсутствии аккумуляторных батарей. Органы управления форвардера должны иметь надежную фиксацию в рабочем положении. При длительной остановке форвардера необходимо отключать аккумуляторные батареи от электросистемы выключателем «массы».

Запрещается проверять исправность электрических цепей «на искру», применять в качестве плавких вставок металлические предметы и вставки другого номинала, устанавливать и подключать к электрической системе машины электропотребителей, не предусмотренных предприятием-изготовителем.

Должна соблюдаться периодичность замены узлов, связанной с техникой безопасности: гидросистема технологического оборудования и рулевого управления, гидросистема ГМП, система тормозов,

рукава высокого давления – через каждые 3 года, или 4000 ч эксплуатации; ремень безопасности – через каждые 4 года.

При остановке или стоянке машины на наклонной площадке необходимо зафиксировать полурамы относительно друг друга блокирующим пальцем во избежание несчастного случая от самопроизвольного их складывания.

*Оператору форвардера запрещается:*

- 1) поручать запуск двигателя и работу на форвардере посторонним лицам;
- 2) работать с открытыми дверьми и с расстегнутым ремнем безопасности;
- 3) работать на машине в грозу;
- 4) поднимать груз над людьми;
- 5) выполнять работы, не соответствующие назначению машины;
- 6) совершать быстрые движения подъема и опускания при максимальном вылете стрелы, а также поворотные движения до того, как груз поднимется в воздух;
- 7) выдвигать стрелу на большой скорости в крайнее положение;
- 8) делать резкие рывки при работе во избежание потери устойчивости и возможности опрокидывания;
- 9) без согласования с изготовителем переоборудовать форвардер для работ с другими сменными органами;
- 10) покидать кабину машины во время работы и при движении.

Особую осторожность необходимо соблюдать при проведении работ на площадках, имеющих уклон. Масса поднимаемого груза в данном случае должна составлять не более 50% грузоподъемности манипулятора.

**Меры безопасности при техническом обслуживании лесных машин «Амкодор».** К техническому обслуживанию и ремонту машин разрешается допускать лиц, прошедших необходимую подготовку и инструктаж по технике безопасности.

Все операции, связанные с техническим обслуживанием, ремонтом, устранением неисправностей, а также подготовкой к работе, следует выполнять только при заглушенном двигателе.

Запрещается обслуживать или ремонтировать машину или агрегаты, поднятые на домкратах.

При проведении работ под машиной необходимо опустить технологическое оборудование, заглушить двигатель, включить стояночный тормоз и ограничить перекачивание колес башмаками.



При отсоединении любого устройства от системы, работающей под давлением, трубопроводов и рукавов высокого давления следует первоначально снять избыточное давление. Перед подачей давления в систему необходимо убедиться, что все узлы герметичны, а трубопроводы, рукава и соединения не имеют механических повреждений.

При обслуживании или зарядке аккумуляторных батарей, а также при работе в непосредственной близости от аккумулятора необходимо обязательно пользоваться защитными очками.

Неправильное подсоединение аккумуляторных батарей или зарядных устройств может привести к взрыву и (или) повреждению электрических соединений.

Запрещается замыкать клеммы аккумулятора. Кислота, находящаяся в аккумуляторе, может привести к ожогам или слепоте.

Во избежание утечки электролита не следует наклонять аккумулятор более чем на  $45^\circ$ . Для предотвращения травм в результате короткого замыкания или искры следует отсоединить провод заземления от аккумулятора перед началом его обслуживания.

При приготовлении электролита необходимо сначала заливать в посуду воду, затем, непрерывно помешивая, тонкой струей доливать кислоту. Обратный порядок не допускается.

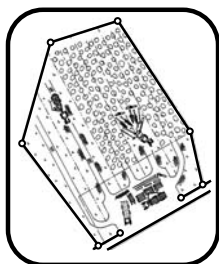
Запрещается открывать щиты облицовки при работающем двигателе. Работы по монтажу и демонтажу колес и шин следует проводить в специально отведенных местах.



## Контрольные вопросы

1. Что включает сервисная книжка, разработанная для лесных машин «Амкордор»?
2. Укажите основные эксплуатационные ограничения для лесных машин.
3. Назначение обкатки машины и ее этапы.
4. Какие Вы знаете особенности пуска и эксплуатации двигателя?
5. Особенности эксплуатации трансмиссии, шин и колес.
6. Перечислите эксплуатационные материалы, которые Вы знаете.
7. Назначение технического обслуживания машин.

8. Назовите виды и периодичность технического обслуживания.
9. Что включает сезонное техническое обслуживание?
10. Как производятся смазочные работы?
11. Поясните, что включает техническое обслуживание карданных передач и ведущих мостов лесных машин «Амкодор».
12. Что включает техническое обслуживание аккумуляторных батарей?
13. Каково значение плотности электролита в аккумуляторных батареях?
14. Назовите назначение текущего ремонта машин.
15. Какой основной документ регламентирует вопросы охраны и безопасности труда на лесозаготовительных работах?
16. Кто имеет право управлять лесными машинами «Амкодор»?
17. Какая опасная зона при работе различных типов машин?
18. Перечислите основные требования техники безопасности перед началом и в процессе работы машин.
19. Основные меры безопасности при техническом обслуживании лесных машин.



## **6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН «АМКОДОР»**

---

### **6.1. Технологические схемы разработки лесосек при проведении рубок главного пользования**

Схема технологического процесса выполнения лесосечных работ с выработкой топливной щепы на волоке при одиночной валке и заготовке сортиментов с использованием системы машин «две бензиномоторные пилы – форвардер – рубильная машина с бункером». Данная технологическая схема (рис. 6.1 и 6.2), позволяющая осуществлять заготовку и вывозку сортиментов при одновременном производстве топливной щепы из отходов лесозаготовок на лесосеке, может быть реализована при использовании форвардеров «Амкодор 2661-01, 2662-01, 2682-01» и рубильной машины «Амкодор 2902». Главной особенностью приведенной технологии является выполнение лесосечных работ двумя вальщиками без помощников с укладкой заготовленных сортиментов на краю трелевочных волоков для вывозки форвардером на погрузочный пункт (верхний склад). Там же на примыкающих к волоку лентах в промежутках между мини-пачками концентрируются в кучах лесосечные отходы и низкокачественная древесина, которые являются сырьем для производства топливной щепы мобильной рубильной машиной с бункером.

Комплекс лесосечных операций выполняется в следующем порядке. После проведения подготовительных работ (подготовки погрузочного пункта, разбивки пасек, наметки трелевочных волоков, вырубки зоны безопасности, уборки опасных деревьев) два вальщика с бензопилами и набором дополнительных приспособлений с соблюдением правил безопасности приступают к разработке разных пасек. Пасеки могут разрабатываться, начиная как с ближнего, так и с дальнего конца от погрузочного пункта.

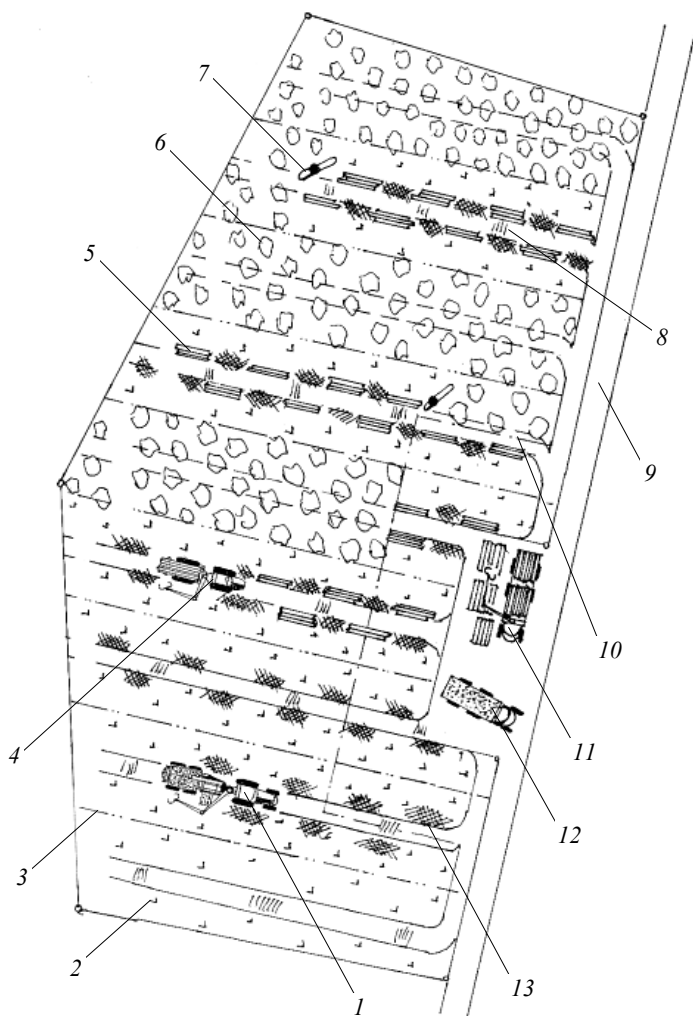


Рис. 6.1. Технологическая схема выполнения лесосечных работ с выработкой топливной щепы и сортиментов при одиночной валке деревьев бензиномоторной пилой:

- 1 – передвижная рубильная машина; 2 – вырубленный участок; 3 – граница пазек;  
 4 – форвардер; 5 – штабеля сортиментов; 6 – растущий древостой;  
 7 – бензопила; 8 – укрепленный волок; 9 – лесовозный ус; 10 – граница зоны безопасности; 11 – автопоезд-сортиментов; 12 – автощеповоз;  
 13 – лесосечные отходы

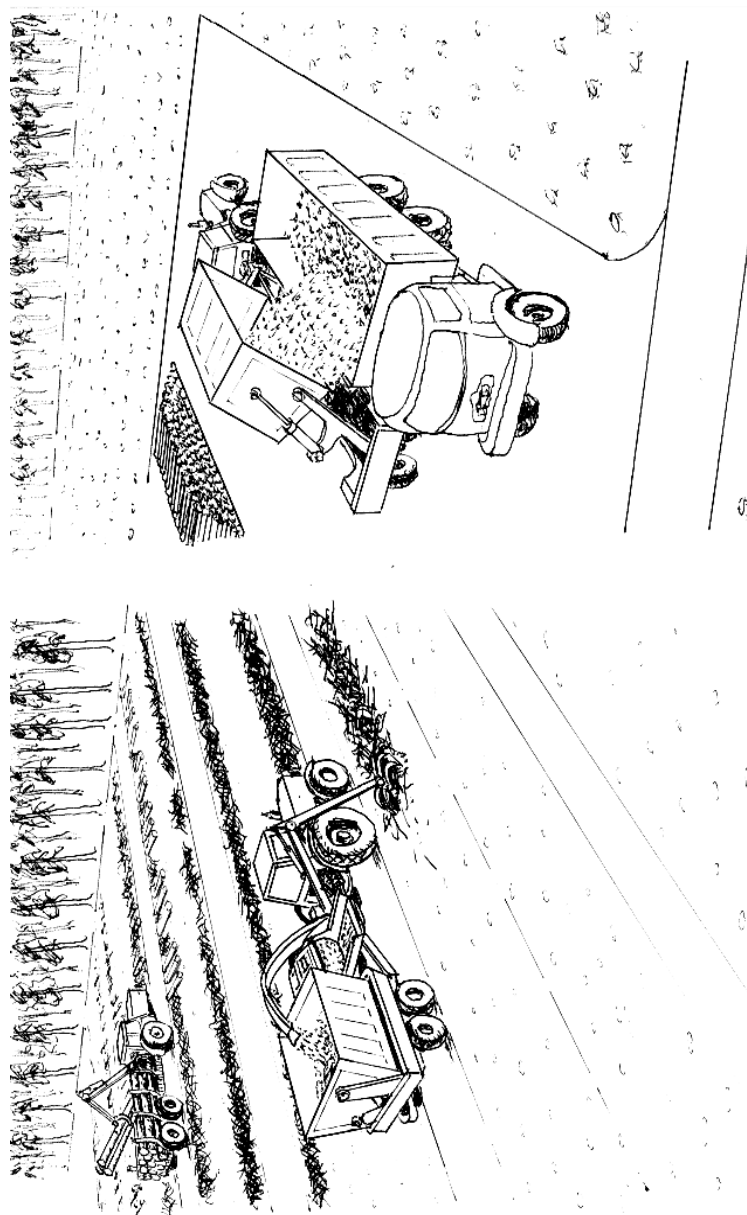


Рис. 6.2. Технологическая схема сбора, транспортировки сортировщиков на лесосеке и производства топливной щепы с использованием форвардера, рубильной машины с бункером и автощеповоза

После выбора направления валки на участке, равном приблизительно длине двух деревьев, удаляется подлесок. Далее на этом участке валят одно или два так называемых «дерева-платформы». Эти деревья будут служить опорой для следующих поваленных деревьев, располагая их на удобной высоте. В ряде случаев в качестве опорного служит толстое дерево, которое после подпила на высоте около 0,5 м наклоняют на землю, оставляя комель на пне («дерево-скамейка»). На подкладочные вначале валят стоящие на волоке деревья назад по направлению к вырубленному участку волока.

После обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов на сортименты, последние раскатывают вправо и влево за габариты волока на сортиментные полосы. Для облегчения работы оператора форвардера целесообразно балансы и пиловочник не смешивать, а укладывать в разные штабеля. Однотипные штабеля должны быть уложены вдоль волока в одном направлении, например поперек. После разработки волока валятся клейменные деревья на прилегающей к нему половине полупасеки. Валка деревьев производится в направлении вперед и назад, так, чтобы они лежали как можно ближе к пачкам сортиментов, которые можно использовать в качестве опор для поддержания стволов на удобной высоте. Затем приступают к разработке дальней половины полупасеки. Деревья валят так, чтобы они падали по направлению к волоку и на сформированные пачки сортиментов. В аналогичной последовательности разрабатывается противоположная полупасека. По окончании разработки всей пасеки вальщики переходят на следующую.

В это время на пасеке, где заготовлены сортименты, форвардер, перемещаясь по волоку, выполняет сбор, погрузку и транспортировку лесоматериалов на погрузочный пункт с последующей их укладкой в штабель. Для уменьшения грузовой работы сбор и укладку сортиментов на грузовую платформу форвардер начинает с дальнего конца пасеки при движении в сторону погрузочного пункта. Выгрузка сортиментов на погрузочном пункте может осуществляться форвардером как в штабель на одну или две стороны, так и на грузовую платформу автопоезда-сортиментовоза.

После того, как все сортименты будут стрелеваны с пасеки (если пасека короче 50 м), или же после удаления погрузочно-транспортной машины от дальнего конца пасеки на значительное расстояние (более 50 м), там может приступить к работе передвижная рубильная машина с бункером-накопителем для щепы. Перемещаясь по пасечному волоку в сторону погрузочного пункта, она осуществляет сбор и подачу

гидроманипулятором древесного сырья, уложенного в валки и небольшие кучи на примыкающих к волоку лентах, к рубильному органу с последующей загрузкой получаемой щепы в бункер.

По мере заполнения бункера машина направляется на погрузочный пункт, где выгружает его в оставленный контейнер (в борт на землю или кузов автощеповоза).

Измельчение свежесрубленного древесного сырья непосредственно после заготовки и вывозки сортиментов не позволяет получить топливную щепу с высокими теплотехническими характеристиками. Целесообразнее процесс измельчения лесосечных отходов по данной технологии осуществлять через 1–2 месяца после их укладки в валки и кучи, что позволит снизить влажность в летний период до 20% и повысить качество топлива, а также сократить потери питательных веществ на лесосеке.

**Схема технологического процесса заготовки сортиментов на погрузочном пункте и топливной щепы на лесосеке с использованием бензиномоторных пил, трелевочного трактора с канатно-чокерным оборудованием и рубильной машины с бункером.** Отличительной особенностью данного технологического процесса (рис. 6.3), который может быть реализован трелевочной машиной «Амкодор 2243В» («Амкодор 2242В») и рубильной машиной «Амкодор 2902», является то, что древесина с лесосеки в виде хлыстов доставляется на погрузочный пункт (верхний склад), где выполняется их раскряжевка бензиномоторной пилой на сортименты, штабелевка и отгрузка сортиментов на лесовозный транспорт.

В этом случае валочно-сучкорезное звено выполняет валку деревьев и последующую очистку стволов поваленных деревьев от сучьев в объеме рейсовой нагрузки на трелевочный трактор, который сразу же формирует пачку хлыстов и трелюет ее на погрузочный пункт. За время, пока происходит трелевка очередной пачки хлыстов, вальщик с помощником валят деревья и очищают их от сучьев для следующей пачки. При этом образующиеся лесосечные отходы укладываются вдоль волока в зоне действия манипулятора рубильной машины.

При удалении вальщика с помощником на безопасное расстояние (50 м) в работу вступает рубильная машина, которая перемещается по волокам и целиком измельчает поваленные и оставленные на пасаках тонкомерные деревья, обломки стволов и лесосечные отходы. По мере заполнения бункера щепой рубильная машина доставляет ее на погрузочный пункт и перегружает в автощеповоз (съемный контейнер) для последующей доставки топлива потребителю.

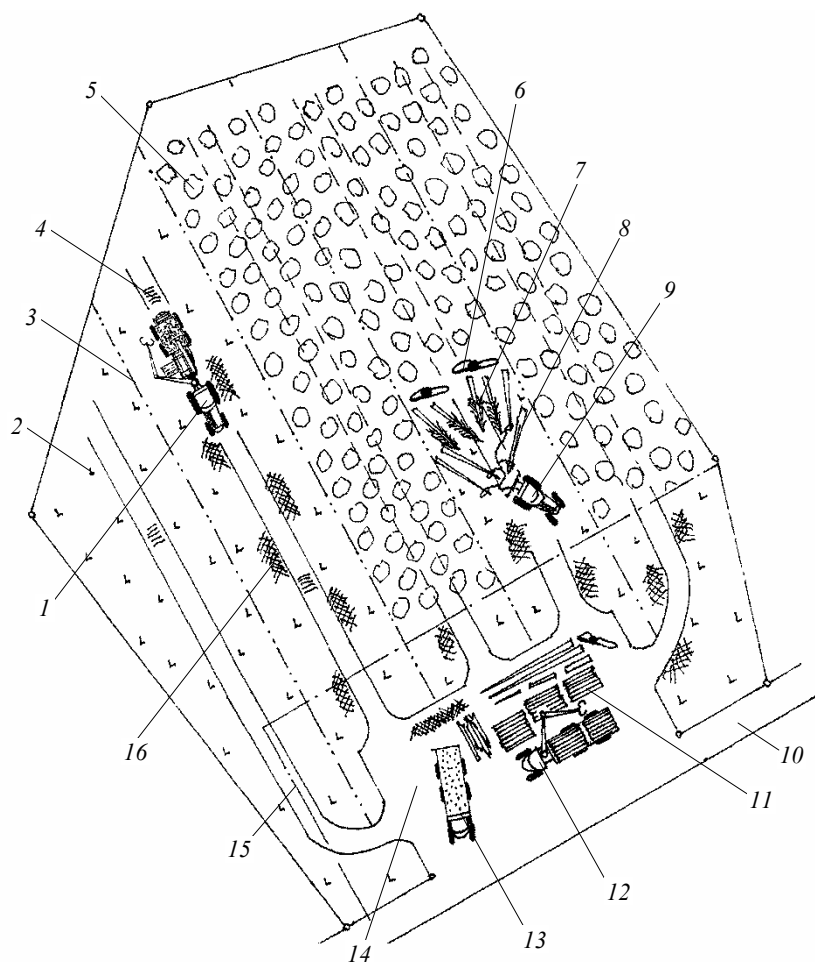


Рис. 6.3. Технологическая схема заготовки сортиментов на погрузочном пункте и топливной щепы на лесосеке с использованием бензиномоторных пил, трелевочного трактора с канатно-чокерным оборудованием и рубильной машины с бункером:

- 1 – передвижная рубильная машина; 2 – вырубленный участок;  
 3 – граница пасек; 4 – укрепленный волок; 5 – растущий древостой;  
 6 – бензопила; 7 – поваленные деревья; 8 – хлысты; 9 – трелевочный трактор;  
 10 – лесовозный ус; 11 – штабеля сортиментов; 12 – автопоезд-сортиментовоз;  
 13 – автощеповоз; 14 – верхний склад; 15 – граница зоны безопасности;  
 16 – лесосечные отходы



В то же время образовавшиеся на погрузочном пункте в процессе раскряжевки хлыстов на сортименты кусковые отходы (искривленная часть ствола дерева, вершины и пр.) и часть сучьев, которые срезаются при доочистке хлыстов, окучиваются вблизи штабелей сортиментов и на заключительной стадии разработки лесосеки измельчаются рубильной машиной с подачей щепы в собственный контейнер или кузов автощеповоза.

**Схема технологического процесса заготовки сортиментов и топливной щепы на лесосеке с использованием машинного комплекса «харвестер – форвардер» и мобильной рубильной машины с бункером.** В соответствии с рассматриваемым технологическим процессом, который представлен на рис. 6.4, заготовка сортиментов на пасеке осуществляется колесным харвестером «Амкодор 2551 или 2541» (в зависимости от условий эксплуатации и характеристик древостоя), а сбор, погрузка и транспортировка сортиментов на погрузочный пункт с последующей их выгрузкой и штабелевкой выполняется форвардером «Амкодор 2661-01» или аналогичным ему. Измельчение низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок на топливную щепу реализуется рубильной машиной с бункером «Амкодор 2902». При этом отсутствует необходимость в предварительной уборке опасных деревьев на всей лесосеке. В соответствии с данным технологическим процессом лесосека разбивается на пасеки, ширина которых ограничивается вылетом гидроманипулятора харвестера (до двух максимальных вылетов), пасечные волокна шириной 3–4 м прокладываются посередине пасек.

Харвестер начинает разработку лесосеки с ближнего конца и, перемещаясь задним ходом, с одной технологической стоянки осваивает полосу леса шириной, равной половине рабочей зоны гидроманипулятора справа и слева от волокна. Поваленное дерево выносится к волоку, где выполняется очистка ствола от сучьев путем протаскивания дерева через сучкорезный механизм харвестерной головки и раскряжевка хлыста на сортименты. Осваивая пасеку, харвестер может работать с укладкой древесного сырья на одну сторону (односторонний метод) или на обе стороны (двухсторонний метод) от волокна.

Форвардер, перемещаясь по волоку на безопасном от харвестера расстоянии (не менее 70 м), выполняет сбор, погрузку и транспортировку лесоматериалов на погрузочный пункт с последующей их укладкой в штабель. Сбор сортиментов осуществляется при движении форвардера к погрузочному пункту.

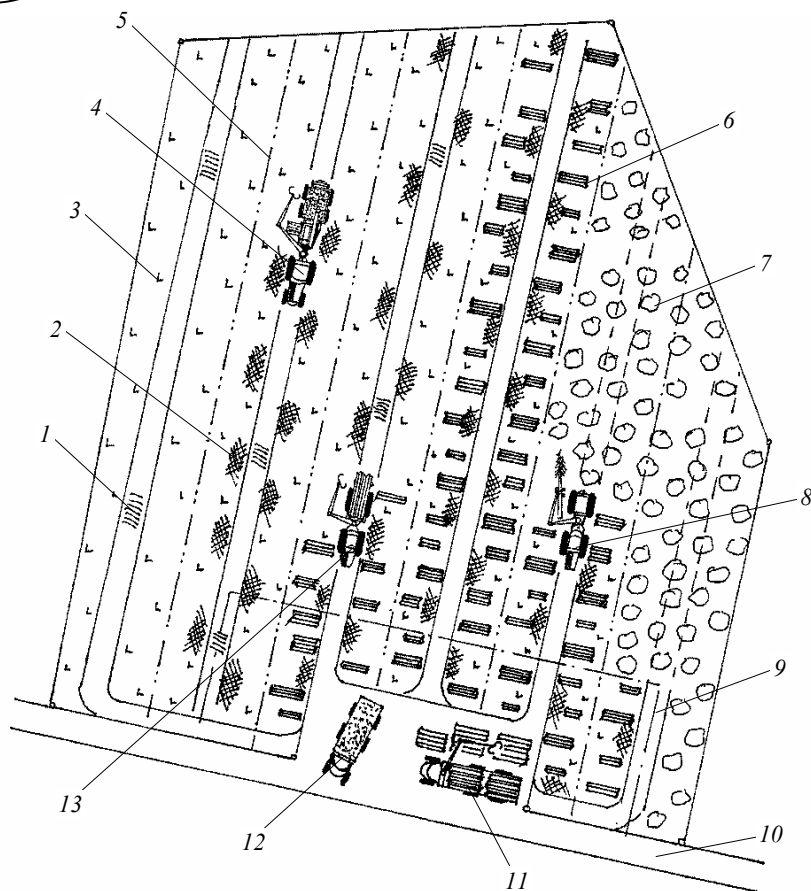


Рис. 6.4. Технологическая схема разработки лесосеки системой машин «харвестер – форвардер – рубильная машина с бункером»:

1 – укреплённый волок; 2 – лесосечные отходы; 3 – вырубленный участок; 4 – передвижная рубильная машина; 5 – граница пасаек; 6 – штабеля сортиментов; 7 – растущий древостой; 8 – харвестер; 9 – граница зоны безопасности; 10 – лесовозный ус; 11 – автопоезд-сортиментовоз; 12 – автоцеповоз; 13 – форвардер

При этом за счет предлагаемой схемы укладки древесины у волока форвардер производит отдельную подвозку сортиментов с предварительной их подсортировкой, что способствует увеличению средней статической загрузки форвардера, сокращению времени

на сбор сортиментов, их штабелевку на погрузочном пункте. Выгрузка сортиментов на погрузочном пункте может вестись в штабель (на одну или две стороны от форвардера), или перегружаться сразу на лесовозный автотранспорт.

**Схема технологического процесса заготовки сортиментов на лесосеке при несплошных рубках полумеханизированным методом.** В соответствии с данным технологическим процессом (рис. 6.5) заготовка сортиментов на пасеке осуществляется колесным харвестером «Амкодор 2551 или 2541» (в зависимости от условий эксплуатации и характеристик древостоя), а сбор, погрузка и транспортировка сортиментов на погрузочный пункт с последующей их выгрузкой и штабелевкой выполняется форвардером «Амкодор 2661-01» или аналогичным ему, как описано в схеме на рис. 6.5.

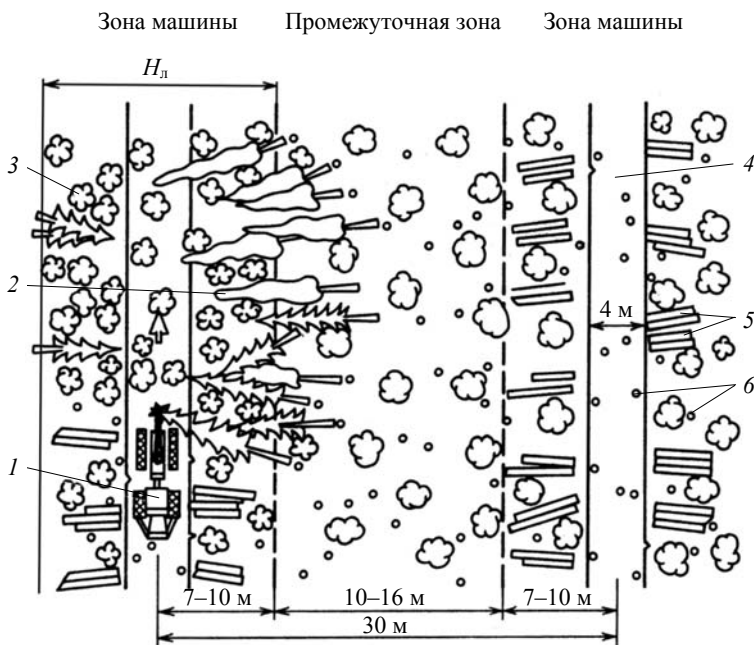


Рис. 6.5. Схема разработки лесосеки харвестером при полумеханизированном методе:

- 1 – харвестер; 2 – поваленные бензопилой деревья;  
3 – растущий древостой; 4 – пасечный трелевочный волок;  
5 – сортименты; 6 – пни

Особенностью полумеханизированного метода является следующее. Расстояние между волоками возрастает до 30 м. Харвестер срезает и обрабатывает деревья на волоке и выборочно по обе стороны от него в зоне вылета гидроманипулятора.

Деревья, расположенные в промежуточной зоне, срезают вручную с помощью бензиномоторной пилы в направлении волока. После этого машина с волока раскряжевывает их на сортименты. Сначала харвестерная головка очищает ствол от сучьев в направлении от вершины к комлю. Затем, опустив хлыст, она подхватывает его за комель и, протаскивая его, осуществляет отмер длин, раскряжевку и укладку сортиментов у волока. Для нормальной обработки деревьев, поваленных бензиномоторной пилой при полумеханизированном методе, харвестером сначала прорежают полосу собственно трелевочного волока, а затем прореживают рабочую зону, доступную данному типу гидроманипулятора харвестера.

Исследованиями В. А. Каляшова установлено, что при полумеханизированном методе разработки лесосеки оптимальное расстояние между рабочими позициями харвестера равно

$$a_{\text{опт}} = \frac{R}{c} \left( b - P_j - d \frac{R}{R_{\text{ср}}} \right), \quad (6.1)$$

где  $R$  – максимальный вылет гидроманипулятора, м;  $b, c, d$  – коэффициенты, характеризующие природно-производственные условия;  $P_j$  – требуемый уровень доступности деревьев, подлежащих срезанию манипулятором;  $R_{\text{ср}}$  – среднее значение вылета гидроманипулятора, м.

Коэффициенты  $b, c, d$  для следующих условий проведения постепенных рубок соответственно равны: ельники – I прием: 1,231; 0,432; 0,135; II прием: 1,314; 0,567; 0,194; сосняки – I прием: 1,271; 0,492; 0,166; II прием: 1,157; 0,328; 0,077; березняки – I прием: 1,363; 0,654; 0,246; II прием: 1,400; 0,723; 0,273; для разновозрастных ельников при проведении выборочной рубки I приема: 1,341; 0,593; 0,248.

Ширину ленты для работы харвестера, на которой обеспечивается обработка деревьев и предусматривается минимальная необработанная площадь, соответствующая лесоводственным требованиям, с учетом формулы (6.1) можно определить из выражения

$$H_{\text{л}} = \sqrt{4R^2 - 0,86 \left[ \frac{R}{c} \left( b - P_j - d \frac{R}{R_{\text{ср}}} \right) \right]^2}. \quad (6.2)$$

Технологическая схема работы верхнего склада (погрузочного пункта) при заготовке и вывозке древесины в хлыстах и производстве топливной щепы из лесосечных отходов с использованием мобильной рубильной машины. Технологическая схема производства топливной щепы на верхнем складе при вывозке хлыстов представлена на рис. 6.6.

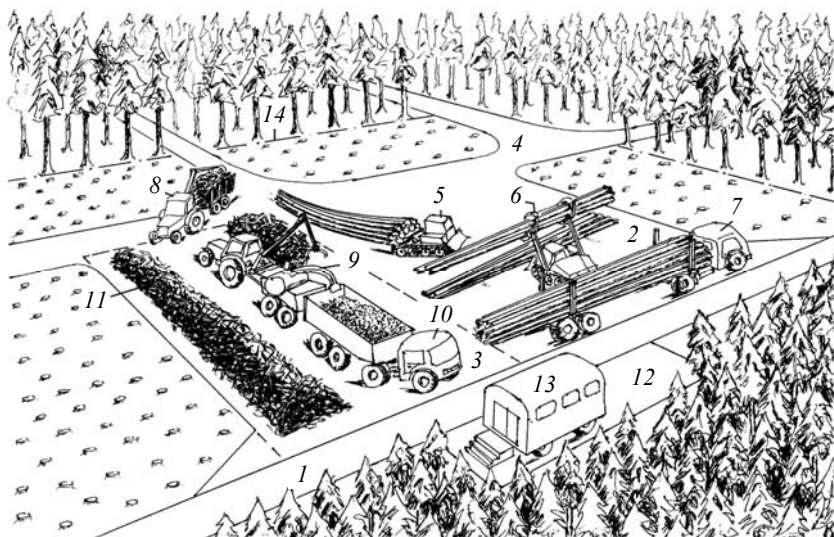


Рис. 6.6. Технологическая схема работы верхнего склада при заготовке и вывозке древесины в хлыстах и производстве топливной щепы из лесосечных отходов:

- 1 – лесная дорога; 2 – зона штабелевки и отгрузки хлыстов;  
3 – зона накопления отходов лесозаготовок, их измельчения и отгрузки щепы;  
4 – трелевочные волоки; 5 – трелевочный трактор;  
6 – челюстной лесопогрузчик; 7 – лесовозный автопоезд;  
8 – погрузочно-транспортная машина для сбора и доставки на склад отходов;  
9 – рубильная машина; 10 – автощеповоз; 11 – запасы сырья для производства топливной щепы; 12 – место обустройства мастерского участка; 13 – бытовое вагон; 14 – граница зоны безопасности вокруг верхнего склада

Валка деревьев, обрезка сучьев бензиномоторной пилой и трелевка хлыстов на верхний склад трелевочной машиной «Амкордор 2243В» («Амкордор 2242В»), например, может осуществляться по технологии, представленной на рис. 6.3 (см. на с. 172). Принципиальное отличие приведенной схемы от многочисленных традиционных вариантов

верхних складов или погрузочных пунктов для случаев разработки лесосек с вывозкой хлыстов, приводимых в справочниках, заключается в том, что в данном случае рабочая площадка верхнего склада разделена на две производственные зоны – зону 2 трелевки заготовленных хлыстов, сортировки, укладки в штабеля в ожидании отгрузки, погрузки хлыстов на лесовозные автопоезда, которая является обязательным и основным составляющим в обычных (традиционных) технологических схемах, и зону 3 производства топливной щепы с местами для укладки сырья, маневрирования, работы машин, участвующих в выработке и транспортировке щепы.

**Схема технологического процесса заготовки сортиментов машинным комплексом «харвестер – форвардер» и выработки топливной щепы на погрузочном пункте мобильной рубильной машиной.** Согласно схеме, иллюстрирующей рассматриваемый технологический процесс (рис. 6.7), на лесосеке ведется заготовка сортиментов системой машин «харвестер – форвардер». Для утилизации вторичных древесных ресурсов в топливную щепу применяется мобильная рубильная машина барабанного типа «Амкодор 2902». Началу разработки лесосеки предшествует проведение на ней подготовительных мероприятий, имеющих целью создание безопасных условий для высокопроизводительного выполнения основных лесосечных работ. Выбирается место под погрузочный пункт, устанавливаются его размеры исходя из необходимости размещения на этой площади штабелей деловых сортиментов, требуемых объемов низкокачественной древесины и лесосечных отходов, планируемого к использованию погрузочно-транспортного и рубильного оборудования. После этого вокруг погрузочного пункта и вдоль лесовозной дороги на расстоянии 25 м вглубь лесосеки валяются все деревья, очищаются от сучьев и раскряжевываются на сортименты. С противоположной стороны от лесосеки по всей ее длине на протяжении 25 м от дороги убираются все опасные деревья.

В соответствии с разработанной схемой технологического процесса лесосека разбивается на пасеки, ширина которых ограничивается вылетом гидроманипулятора харвестера (до двух максимальных вылетов), пасечные волокна шириной 3–4 м прокладываются посередине пасек.

Харвестер начинает разработку лесосеки с ближнего конца и, перемещаясь задним ходом, с одной технологической стоянки осваивает полосу леса шириной, равной половине рабочей зоны гидроманипулятора справа и слева от волокна.

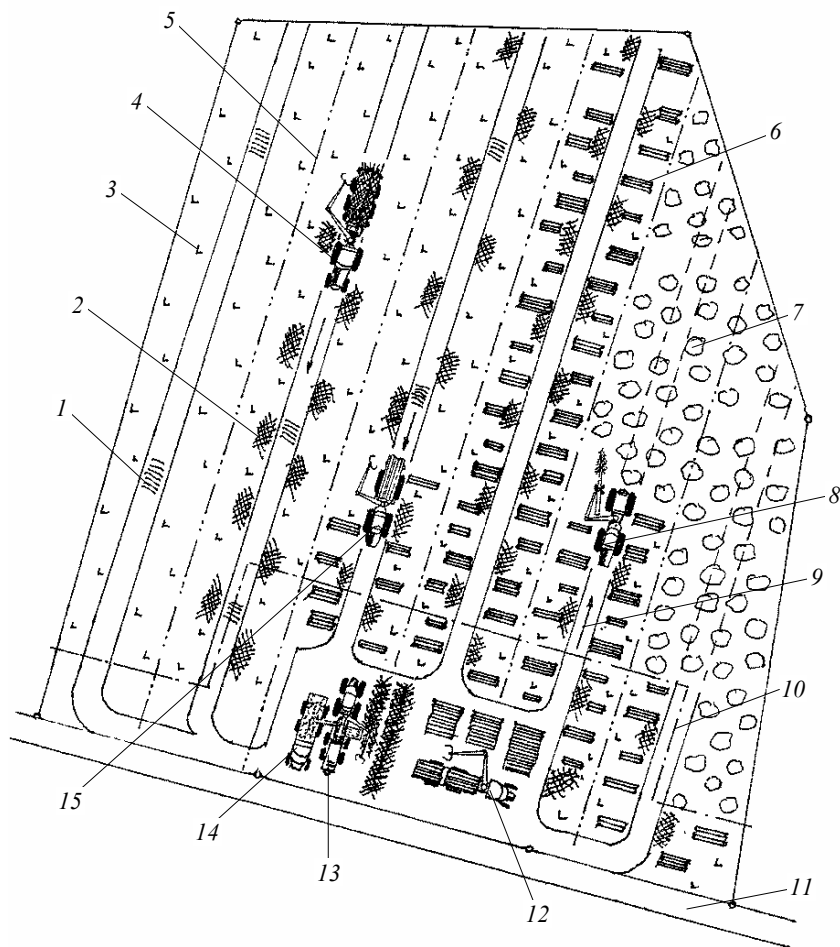


Рис. 6.7. Технологическая схема заготовки сортиментов системой машин «харвестер – форвардер» и топливной щепы на верхнем складе мобильной рубильной машины:

- 1 – укрепленный волок; 2 – лесосечные отходы; 3 – вырубленный участок;  
 4 – погрузочно-транспортная машина для отходов; 5 – граница пасаек;  
 6 – штабеля сортиментов; 7 – растущий древостой; 8 – харвестер;  
 9 – рабочее направление движения машин; 10 – граница зоны безопасности; 11 – лесовозный ус; 12 – автопоезд-сортиментовоз;  
 13 – передвижная рубильная машина; 14 – автощеповоз; 15 – форвардер

Поваленное дерево выносятся к волоку, где выполняется очистка ствола от сучьев путем протаскивания дерева через сучкорезный механизм харвестерной головки и раскряжевка хлыста на сортименты.

Форвардер, перемещаясь по волоку на безопасном от харвестера расстоянии (не менее 70 м), выполняет сбор, погрузку лесоматериалов, а также обломков стволов деревьев и их транспортировку на погрузочный пункт с последующей их укладкой в штабеля. Для уменьшения грузовой работы сбор и погрузку сортиментов форвардер начинает с дальнего конца пасеки при движении в сторону погрузочного пункта. Выгрузка сортиментов на погрузочном пункте может осуществляться как в штабель на одну или две стороны, так и на грузовую платформу магистрального автопоезда-сортиментовоза.

Сырье для производства топливной щепы в виде лесосечных отходов собирается, погружается, доставляется на верхний склад и укладывается в кучи (валы) погрузочно-транспортной машиной (ПТМ). Вывезенное на погрузочный пункт неликвидное древесное сырье измельчается на щепу преимущественно барабанной рубильной машиной с приводом от вала отбора мощности (ВОМ) трактора или от автономного двигателя. При этом получаемая щепа направляется непосредственно в кузов автощеповоза, который доставляет ее потребителю.

**Технологическая схема разработки ветровально-буреломной лесосеки с использованием системы машин «харвестер – погрузочно-транспортная машина – самоходная рубильная установка с бункером».** Представленная на рис. 6.8 технологическая схема разработки ветровально-буреломной лесосеки является наиболее высокомеханизированным способом освоения поврежденных древостоев, обеспечивающим максимальную безопасность производства основных лесосечных операций практически без проведения подготовительных работ с применением ручного труда или нахождением рабочего под пологом леса. Для ее реализации используются харвестер «Амкодор 2551», форвардер «Амкодор 2661-01» (погрузочно-транспортная машина «Амкодор 2652») и рубильная машина с бункером «Амкодор 2902».

Основные лесосечные работы начинает производить харвестер, приступая к разработке ближней к погрузочному пункту технологической ленты возможной шириной до двух максимальных вылетов манипулятора. В отличие от работы в неповрежденном лесу, где каждое дерево оператором харвестера обрабатывается как отдельный



предмет труда отработанными приемами, на ветровально-буреломной лесосеке значительная часть деревьев представлены как два и даже более предмета, с которыми надо произвести дополнительные приемы и манипуляции, связанные со снятием неотделившегося слома с высокого пня, отделением пня от ветровального дерева, «посадкой» этого пня на место в земле и т. п.

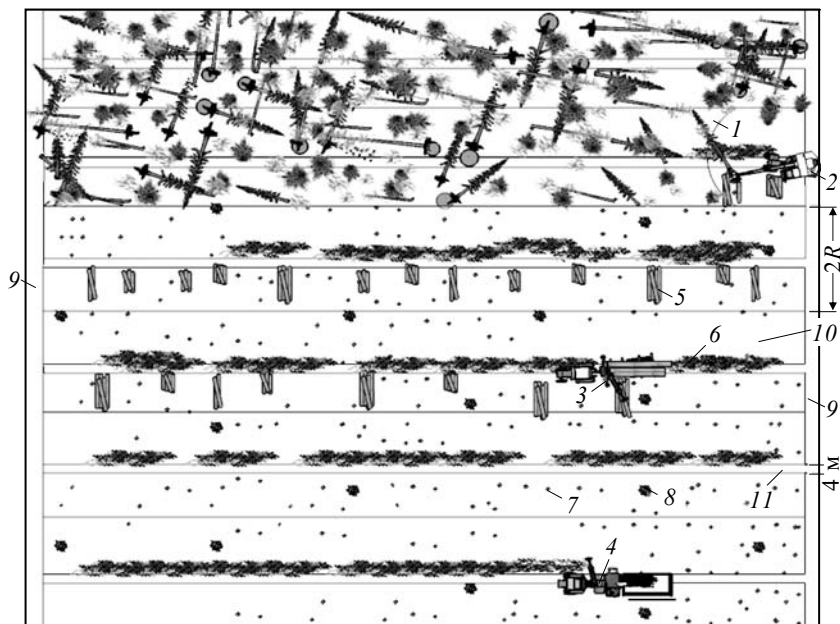


Рис. 6.8. Технологическая схема разработки ветровально-буреломной лесосеки системой машин «харвестер – форвардер – рубильная машина с бункером»: 1 – разрабатываемая лесосека; 2 – харвестер; 3 – двухзвенная ПТМ (форвардер); 4 – самоходная рубильная установка с бункером; 5 – пачки сортиментов; 6 – лесосечные отходы; 7 – пни; 8 – «посаженные на место» пни после отделения от вываленных с корнями деревьев; 9 – магистральный волок; 10 – вырубленная технологическая лента (полупасека); 11 – пасечный трелевочный волок

Разработка поврежденного ветром древостоя харвестером начинается со стороны разрушающего направления ветра. Преобладающее направление падения поваленных и поломанных ветром деревьев располагается приблизительно параллельно продольной оси разрабатываемых технологических лент.

Полученные сортименты в процессе работы оператор укладывает с подсортировкой (по длинам, породам и др.) слева по пути движения харвестера, а образующиеся отходы следует формировать по правую сторону пасечного волока для обеспечения эффективной работы самоходной рубильной установки с учетом правостороннего расположения ее приемного окна.

После удаления харвестера на безопасное расстояние к сбору сортиментов и доставке их на погрузочный пункт приступает ПТМ. Магистральный волок для движения ПТМ размещен вдоль границы лесосеки поперек продольной оси разрабатываемых харвестером технологических лент.

Работа рубильной установки при целесообразности может быть смещена по времени от работы харвестера и ПТМ (например, для подсушки отходов). После заполнения бункера топливной щепой рубильная машина доставляет ее на погрузочный пункт и выгружает в борт или сменный контейнер автощеповоза.

## **6.2. Технологические схемы разработки лесосек при проведении рубок промежуточного пользования**

**Схема технологического процесса заготовки сортиментов машинным комплексом «харвестер – форвардер» и топливной щепы на лесосеке мобильной рубильной машиной.** Основными отличительными особенностями предложенного технологического процесса (рис. 6.9) являются заготовка деловых сортиментов из стволовой древесины харвестером и форвардером и топливной щепы из низкокачественного древесного сырья и лесосечных отходов мобильной рубильной машиной с бункером для щепы при их перемещении по технологическому коридору (волоку).

Харвестер, перемещаясь по технологическому коридору, срезает и обрабатывает намеченные к рубке деревья, укладывая сортименты в мини-пачки слева и справа по ходу движения на прилегающих к коридору лентах. Рядом с пачками сортиментов формируются кучи лесосечных отходов (сучьев, вершин). Заготовленные сортименты форвардером загружаются на грузовую платформу и доставляются на погрузочный пункт (верхний склад).

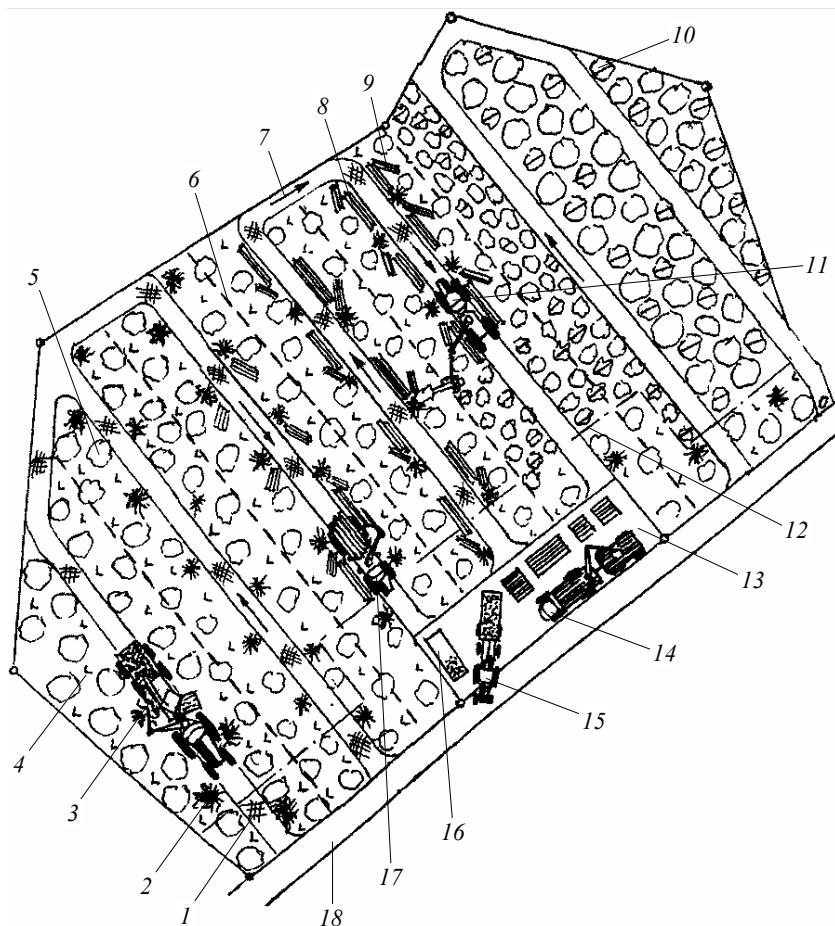


Рис. 6.9. Технологическая схема заготовки сортиментов системой машин «харвестер – форвардер» и топливной щепы на лесосеке мобильной рубильной машиной:

- 1 – укрепленный волок; 2 – лесосечные отходы; 3 – передвижная рубильная машина с бункером; 4 – вырубленный участок; 5 – остающиеся деревья; 6 – граница пасек; 7 – рабочее направление движения харвестера; 8 – штабеля деловых сортиментов; 9 – штабеля дров; 10 – вырубаемые деревья; 11 – харвестер; 12 – граница зоны безопасности; 13 – верхний склад; 14 – автопоезд-сортиментовоз; 15 – трактор-контейнеровоз с системой «мультилифт»; 16 – съемный контейнер для щепы; 17 – форвардер; 18 – лесовозный ус

Рубильная машина, перемещаясь по пасечному волоку, осуществляет сбор и подачу гидроманипулятором древесного сырья к барабанному рубильному органу с последующей загрузкой получаемой щепы в бункер. По мере заполнения бункера машина направляется на погрузочный пункт, где выгружает его в оставленный контейнер (в бурт на землю или кузов автощеповоза). Данная технология рекомендуется для лесосек с хорошей несущей способностью грунтов ввиду значительной интенсивности движения техники по волокам.

Поскольку заготовка топливной щепы осуществляется одновременно с заготовкой сортиментов, то требуется организация работы машин с учетом очередности разработки пасек, увязки по времени работы звена «рубильная машина – автощеповоз».

Разновидностью технологии заготовки сортиментов машинным комплексом «харвестер – форвардер» и топливной щепы на лесосеке мобильной рубильной машиной с бункером является технологическая схема, представленная на рис. 6.10. С целью уменьшения степени воздействия лесозаготовительных машин «Амкодор» на лесную среду, повреждения древостоя, оставляемого на дорасщипывание, сокращения площади технологической сети (организационных элементов) на лесосеке харвестер начинает разработку пасеки с промежуточного коридора.

Продвигаясь по технологическому коридору, харвестер выполняет только валку деревьев с последующей их укладкой в направлении ближайшего пасечного волока перпендикулярно к нему. При этом промежуточный коридор испытывает только однократное воздействие харвестера.

Затем харвестер переезжает на пасечный волок, с которого осуществляет заготовку сортиментов стандартным способом, а также дополнительно обрабатывает деревья, заготовленные с промежуточного волока. Для этого дерево за вершину подтаскивается в зону обработки, выполняется его перехват за комель, последующая очистка от сучьев и раскряжевка на сортименты. Для данной технологии рекомендуется двухсторонний метод укладки сортиментов. При этом расстояние между пасечными волоками может достигать 30–40 м.

С целью сокращения затрат на строительство погрузочных пунктов и уменьшения среднего расстояния трелевки штабеля сортиментов формируются у лесной дороги (квартальной просеки) с последующей их отгрузкой широким фронтом.

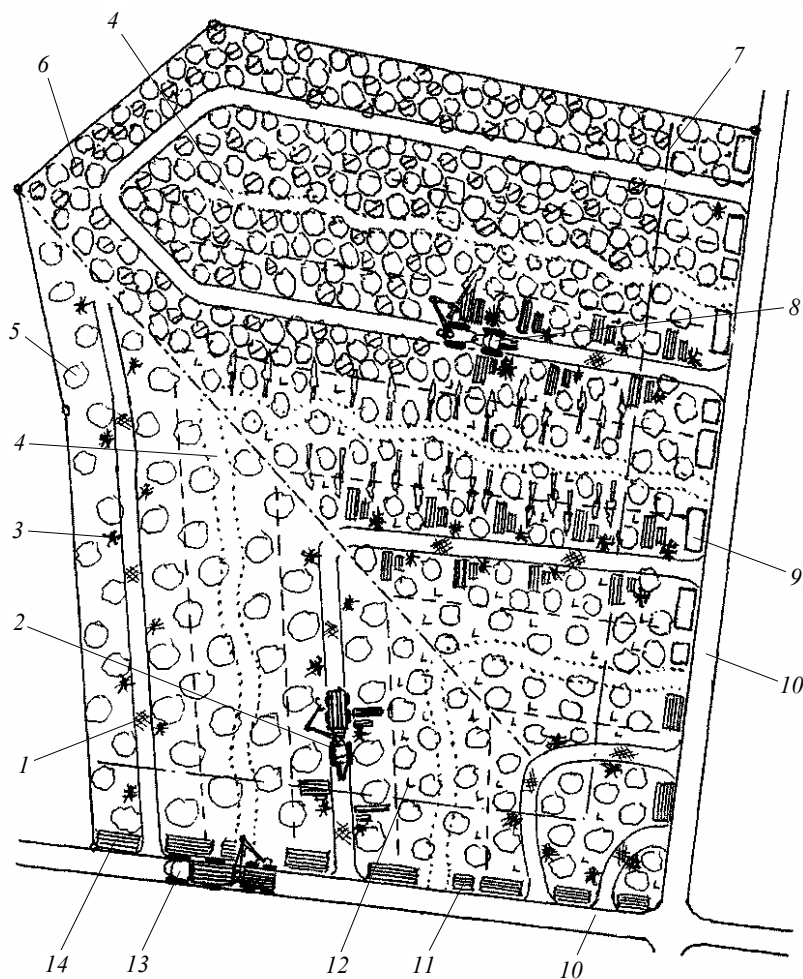


Рис. 6.10. Технологическая схема заготовки сортиментов системой машин «харвестер – форвардер» с устройством промежуточных коридоров и топливной щепы на лесосеке мобильной рубильной машиной:

- 1 – укрепленный волок; 2 – форвардер; 3 – лесосечные отходы;  
 4 – промежуточный коридор; 5 – оставляемые деревья; 6 – вырубаемые деревья;  
 7 – граница зоны безопасности; 8 – харвестер; 9 – место штабелевки сортиментов у лесной дороги; 10 – лесовозный ус; 11 – штабеля дров; 12 – вырубленный участок; 13 – автопоезд-сортиментовоз; 14 – штабеля деловых сортиментов

**Схема технологического процесса заготовки сортиментов машинным комплексом «харвестер – форвардер» и топливной щепы на погрузочном пункте мобильной рубильной машиной.** Согласно схеме, иллюстрирующей данный технологический процесс (рис. 6.11), валка подлежащих изъятию деревьев, очистка их от сучьев и раскряжевка на сортименты осуществляется харвестером «Амкодор 2541», а сбор, погрузка и транспортировка сортиментов на погрузочный пункт с последующей их выгрузкой и штабелевкой выполняется форвардером «Амкодор 2641». Лесосеку разбивают на пасеки, ширина которых ограничивается вылетом гидроманипулятора харвестера (до двух максимальных вылетов), пасечные волокы шириной 3–4 м прокладываются посередине пасек.

Чтобы исключить развороты на концах пасек и возникающее в связи с этим повреждение растущих деревьев, пасечные волокы делают закругленными с радиусом поворота около 6–7 м. Харвестер начинает разработку лесосеки с ближнего конца и, перемещаясь задним ходом, с одной технологической стоянки осваивает полосу леса шириной, равной половине рабочей зоны гидроманипулятора справа и слева от волокa. Валка деревьев осуществляется в просвет между оставляемым на доращивание древостоем (при проходных рубках возможна валка на стену леса с целью снижения динамических нагрузок на технологическое оборудование харвестера) со снятием дерева с пня гидроманипулятором.

Поваленное дерево выносится к волоку, где выполняется очистка ствола от сучьев путем протаскивания дерева через сучкорезный механизм харвестерной головки и раскряжевка хлыста на сортименты. Однако при проведении прореживаний по данной технологии деревья, из которых невозможно получить деловую древесину, через харвестерную головку не протаскиваются, а харвестер в этом случае работает в режиме валки-пакетирования.

С целью снижения воздействия на лесосеку харвестера и форвардера сучья и ветви частично могут укладываться на волок. Осваивая пасеку, харвестер может работать с укладкой древесного сырья на одну сторону (односторонний метод) или на обе стороны (двухсторонний метод) от волокa. Форвардер, перемещаясь по волоку на безопасном от харвестера расстоянии (не менее 70 м), выполняет сбор, погрузку и транспортировку лесоматериалов на погрузочный пункт с последующей их укладкой в штабель.

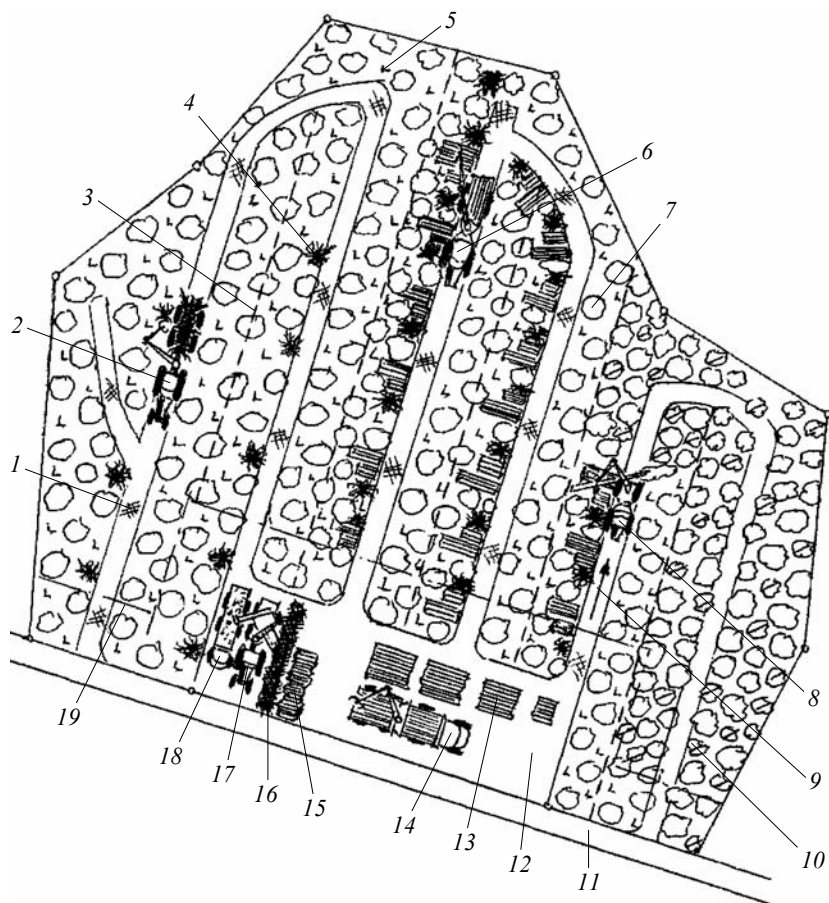


Рис. 6.11. Технологическая схема заготовки сортиментов системой машин «харвестер – форвардер» и топливной щепы на верхнем складе мобильной рубильной машиной:

- 1 – укрепленный волок; 2 – погрузочно-транспортная машина для сбора лесосечных отходов; 3 – граница пасек; 4 – лесосечные отходы; 5 – вырубленный участок; 6 – форвардер; 7 – оставляемые деревья; 8 – харвестер; 9 – рабочее направление движения харвестера; 10 – вырубаемые деревья; 11 – лесовозный ус; 12 – верхний склад; 13 – штабеля деловых сортиментов; 14 – автопоезд-сортиментовоз; 15 – штабеля дров; 16 – вал лесосечных отходов для переработки на щепу; 17 – передвижная рубильная машина; 18 – автощеповоз; 19 – граница зоны безопасности

Для уменьшения грузовой работы сбор и укладку сортиментов на грузовую платформу форвардер начинает с дальнего конца пасаки при движении в сторону погрузочного пункта. При этом за счет предлагаемой схемы укладки древесины у волока форвардер осуществляет раздельную подвозку сортиментов с предварительной их подсортировкой, что способствует увеличению его средней статической загрузки, сокращению времени на сбор сортиментов и их штабелевку на погрузочном пункте.

Выгрузка сортиментов может осуществляться на одну или две стороны форвардера. Таким образом, на погрузочном пункте сосредоточены штабеля деловых и дровяных сортиментов, которые загружаются на лесовозный автопоезд при помощи установленного на нем гидроманипулятора. Освоение лесосек организовано с максимальным использованием существующих технологических элементов, пригодных для транспортировки лесоматериалов. В рассматриваемых вариантах ввиду ограниченных размеров лесосек отсутствуют магистральные трелевочные волоки, а погрузочные пункты устроены у квартальных просек, что способствует сокращению материальных затрат на устройство транспортно-технологической сети.

В предлагаемом технологическом процессе сбор и транспортировка на погрузочный пункт низкокачественного древесного сырья так же, как и деловых лесоматериалов, осуществляется форвардерами или двухзвенными погрузочно-транспортными машинами. Для сокращения времени сбора древесного сырья ПТМ сортименты и порубочные остатки укладываются с одной стороны трелевочного волока, однако в некоторых случаях такая технология может увеличить время обработки дерева харвестером. Поэтому применение одностороннего или двухстороннего метода укладки сортиментов необходимо выполнять с учетом увязки машин в системе по производительности с целью исключения простоев техники.

Размеры погрузочного пункта в этом случае должны учитывать возможность размещения на нем штабелей деловых сортиментов, а также древесного сырья и оборудования для производства топливной щепы.

Рубильная машина, перемещаясь вдоль штабеля измельчаемого древесного сырья, осуществляет его переработку и подачу щепы в кузов автощеповоза.

С целью сокращения размеров технологических элементов на лесосеке, повышения организации работ на погрузочном пункте и



создания условий безопасного их выполнения звено «рубильная машина – автощеповоз» рекомендуется включать в работу после завершения основных работ системой машин «харвестер – форвардер».

**Схемы технологического процесса заготовки древесной биомассы (энергетического сырья) валочно-трелевочной машиной с накопительной головкой.** Данная схема может быть реализована машиной «Амкодор 2243С» при проведении рубок реконструкции в насаждениях с диаметром до 0,25 м, а также при сводке древесно-кустарниковой растительности. Возможны три варианта разработки делянки, показанные на рис. 6.12.

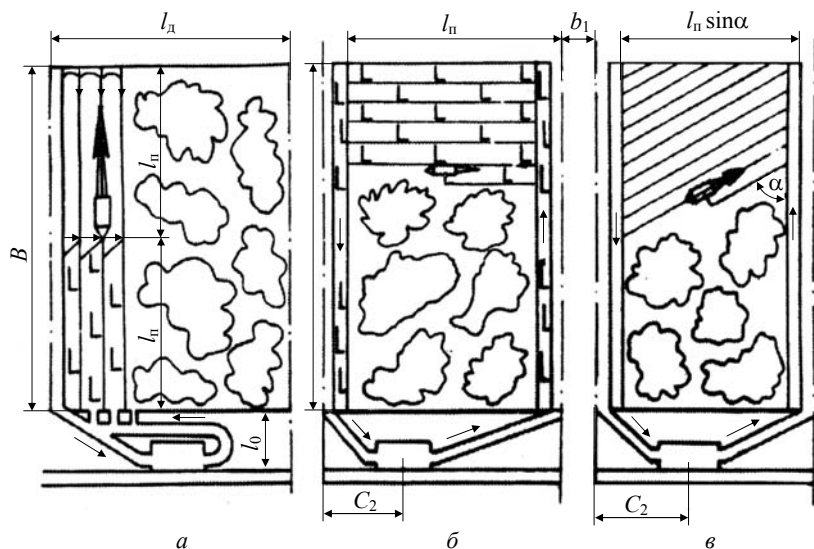


Рис. 6.12. Схемы разработки делянок валочно-трелевочными машинами с накопительной головкой:

*а* – лентами, перпендикулярными лесовозному усу; *б* – лентами, параллельными лесовозному усу; *в* – лентами под углом 45–60° к лесовозному усу

Имея вылет манипулятора до 5,8 м и угол поворота до 270°, машина относится к узкозахватным валочно-трелевочным машинам и конструктивно может срезать деревья на ленте шириной до 5 м слева по ходу своего движения. Особенностью данной машины является возможность срезания и накопления в захватно-срезающей головке нескольких тонкомерных деревьев с последующей их укладкой

в кониковое устройство, что существенно повышает ее производительность при разработке тонкомерных насаждений. Деревья в коник загружаются комлями, а после заполнения коника машина трелюет пачку деревьев (выполняет рабочий ход) на погрузочный пункт, где они измельчаются на топливную щепу мобильной рубильной машиной, например «Амкодор 2902». Далее по объездным волокам валочно-трелевочная машина возвращается на делянку (выполняет холостой ход) и повторяет цикл срезания деревьев, укладки их в коник и трелевки на погрузочный пункт (промежуточный склад). С целью повышения производительности машины также следует по возможности сокращать среднее расстояние трелевки.

При движении валочно-трелевочной машины по петлевой схеме, когда ленты расположены перпендикулярно лесовозному усу (см. рис. 6.12, *а* на с. 189), среднее расстояние трелевки равно

$$l_{\text{cp}} = \frac{l_{\text{п}}(C_1 - 1)}{2 + 0,25l_{\text{д}} + l_0} k_0. \quad (6.3)$$

При движении по кольцевой схеме с поперечным движением по делянке ленты расположены параллельно лесовозному усу (рис. 6.12, *б*), тогда среднее расстояние трелевки находится из формулы

$$l_{\text{cp}} = \frac{B}{2 + l_0 + C_2} k_0. \quad (6.4)$$

При движении по кольцевой схеме с движением по делянке под углом, когда ленты расположены под углом 45–60° к лесовозному усу (рис. 6.12, *в*), среднее расстояние трелевки равно

$$l_{\text{cp}} = \frac{B}{2 - l_{\text{п}} \cos \alpha + l_0 + C_2} k_0. \quad (6.5)$$

В формулах (6.3)–(6.5) даны следующие обозначения:  $l_{\text{п}}$  – длина ленты для набора пачки деревьев, м;  $l_{\text{д}}$  – длина делянки, м;  $l_0$  – ширина зоны безопасности, м;  $k_0$  – коэффициент увеличения пути по отношению к расчетному;  $B$  – ширина делянки, м;  $C_1$  – коэффициент, учитывающий организационные факторы;  $C_2$  – расстояние от границы делянки (пасеки) до центра погрузочного пункта, м.

При разработке лесосеки по схеме, приведенной на рис. 6.12, *а*, ширина делянки выбирается по возможности такой, чтобы она была

равна кратному числу расстояний ( $n$ ), которые необходимы для набора одной пачки:

$$B = nl_n + l_0.$$

Разработка лесосеки начинается с валки и трелевки в зоне безопасности вдоль лесовозного уса. Затем на каждой делянке прорубают волок для заезда валочно-трелевочной машины в дальний конец, откуда и начинается срезание деревьев на первой ленте. Вырубая древостой последовательно на каждой ленте, машиной разрабатывают всю делянку.

Данная технология эффективна как при освоении крупных по площади лесосек, так и мелких разрозненных лесосек, на которых нельзя обеспечить фронт работ для системы из нескольких машин.

При разработке делянок по схемам, представленным на рис. 6.12, *б* и *в*, их разбивают на пасеки шириной, равной длине ленты, для набора одной пачки. Трелевочные волокна намечают по границам пасек. Разработку пасек начинают после разрубки зоны безопасности вдоль лесовозного уса и погрузочных площадок. Пасеки разрабатывают последовательно одна за другой.

Применение описанных технологий целесообразно на лесосеках с хорошей несущей способностью грунтов и в зимний период при неглубоком снеге, так как в этом случае обеспечивается минимальное загрязнение механическими примесями кроны деревьев и, следовательно, топливной щепы.

### **6.3. Технологические схемы заготовки сортиментов и производства топливной щепы на складах**

**Технологическая схема работы промежуточного склада для производства, хранения и отгрузки топливной щепы.** Под *промежуточным складом* в данном случае подразумевается склад лесного предприятия, который примыкает к дороге круглогодочного действия, где концентрируется древесное сырье с нескольких лесосек и осуществляется процесс производства, временного хранения и отгрузки топливной щепы потребителю.

Для условий функционирования типового лесохозяйственного предприятия наиболее приемлемой технологической схемой производства

топливной щепы с использованием промежуточного склада следует считать процесс, изображенный на рис. 6.13. Главными отличительными особенностями данной схемы производства щепы от предыдущих являются: примыкание склада к автодороге круглогодочного действия; большая площадь, допускающая значительную концентрацию сырья в виде древесных отходов и низкокачественной ствольной древесины (дров), а при необходимости отходов лесопиления и деревообработки от близкорасположенных цехов переработки древесины, и выполнение самой рубки сырья в щепу; хранение щепы и осуществление ее отгрузки потребителю в требуемое время с учетом практической целесообразности.

Процесс производства и поставки щепы потребителю с использованием промежуточного склада будет осуществляться в следующей последовательности. Древесные отходы, образующиеся при производстве различных видов рубок в близлежащих лесных массивах, а также мелкотоварная и низкокачественная ликвидная древесина, не находящая товарной реализации, доставляются погрузочно-транспортными машинами, перемещающимися по лесовозным веткам и усам (включая проселочные дороги и дороги общего пользования), на территорию промежуточного склада и укладываются в специально оборудованные места для хранения на определенный срок с целью подсушки (отделения листьев и хвои при необходимости). В установленное время на склад доставляется рубильная машина (а при необходимости и транспортное средство для перевозки щепы) и осуществляется рубка подготовленного сырья с непосредственной погрузкой в щеповоз или отсыпкой щепы в бурт для временного хранения. В случае производственной необходимости деления щепы по качеству (например, щепа из сучьев, ветвей, тонкомерных стволов от рубок ухода в молодняках с большим содержанием хвои, листьев, коры и щепа из ствольной дровяной древесины – поз. сырья 5 и 6) рубка различных видов сырья может выполняться в разные щеповозы или в щеповоз и бурт. Отгрузка щепы из бурта производится ковшовым лесопогрузчиком «Амкодор 352Л».

Преимуществом производства и поставки топливной щепы с использованием промежуточного склада следует считать возможность осуществить большую концентрацию сырья и щепы на одном складе, многократное использование склада в течение одного года или нескольких лет, хранение определенного запаса щепы на протяжении нужного периода времени без риска неритмичности вывозки древесного сырья.

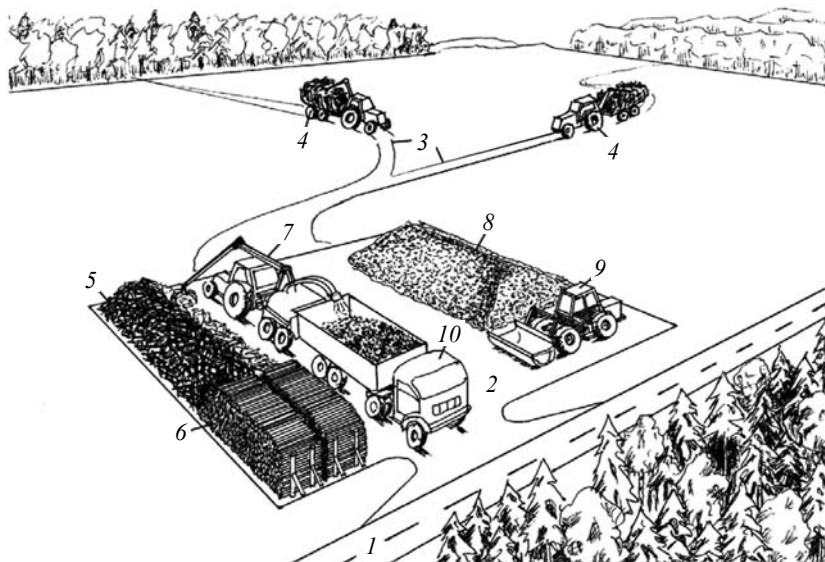


Рис. 6.13. Технологическая схема промежуточного склада для производства, хранения и отгрузки топливной щепы с созданием сезонного запаса:

1 – дорога круглогодочного действия с твердым покрытием; 2 – территория промежуточного склада; 3 – лесовозные ветки и усы (проселочные дороги и др.) для вывозки сырья на промежуточный склад; 4 – погрузочно-транспортные машины; 5 – отходы лесозаготовок; 6 – ствольная низкокачественная древесина в штабелях; 7 – рубильная машина; 8 – бурт для временного хранения щепы; 9 – ковшовый погрузчик; 10 – автощеповоз

Недостатки этой технологии: необходимость подготовки площадки под промежуточный склад, относительно большое среднее расстояние транспортировки отходов к месту складирования (этот недостаток частично компенсируется уменьшением среднего расстояния вывозки щепы). Ориентировочный размер площадки для размещения промежуточного склада – 40×50 м.

**Технологическая схема промежуточного склада, одновременно обслуживающего несколько лесосек по рубкам главного пользования.** На рис. 6.14 показан промежуточный лесной склад для выработки топливной щепы из сырья, доставленного из трех лесосек, разрабатываемых по рубкам главного пользования различными системами машин.

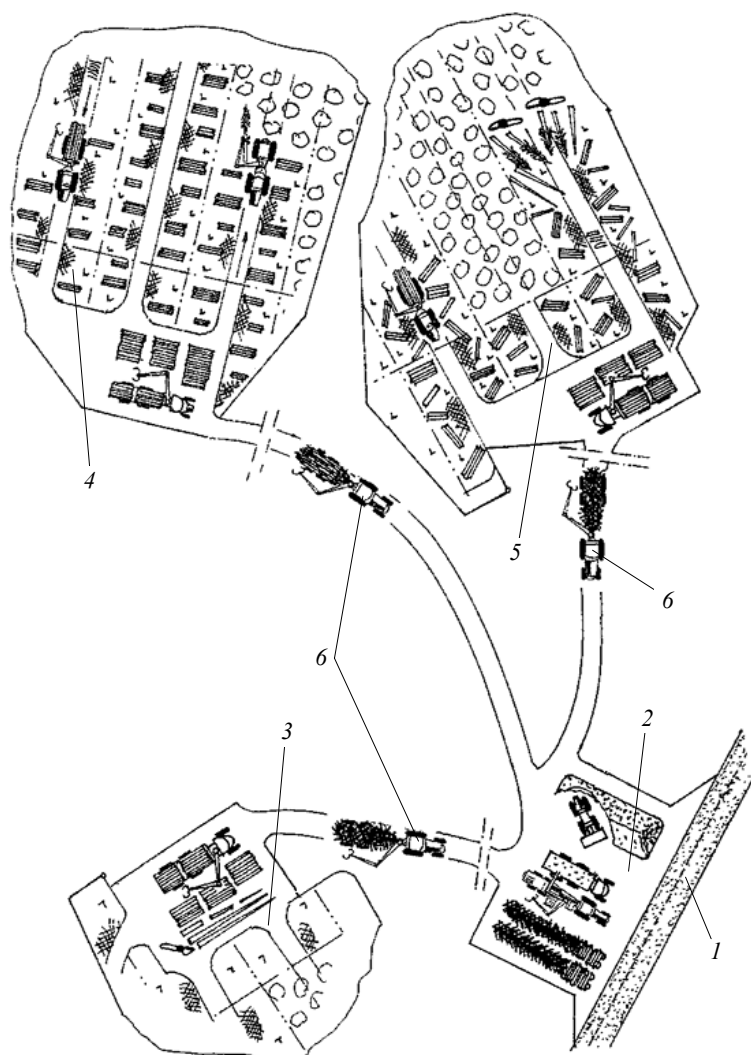


Рис. 6.14. Технологическая схема промежуточного склада для выработки топливной щепы с поступлением сырья из нескольких лесосек:  
 1 – автодорога круглогодочного действия; 2 – промежуточный склад для производства и временного хранения щепы; 3 – лесосека, разрабатываемая на базе трелевочного трактора и бензопилы; 4 – лесосека, разрабатываемая на базе харвестера и форвардера; 5 – лесосека, разрабатываемая на базе форвардера и бензопилы; 6 – ПТМ, доставляющие лесосечные отходы на промежуточный склад

В зависимости от природно-климатических условий разработки лесосек, их таксационных характеристик они могут разрабатываться с использованием разных систем машин и технологий. Под позицией 3 показана технология разработки лесосеки на базе трелевочного трактора с трелевкой хлыстов и бензопил на валке, очистке деревьев от сучьев и раскряжке хлыстов на верхнем складе. Под позицией 4 приведена лесосека, разрабатываемая с применением харвестера и форвардера, и под позицией 5 – лесосека, разрабатываемая с применением бензопил и форвардера. Соответственно, вывозимое сырье на промежуточный склад по структуре и объемам может иметь некоторое разнообразие, что, в конечном счете, должно учитываться при выборе технологии переработки и применяемого оборудования. Максимальное расстояние перевозки сырья из лесосек двухзвенными погрузочно-транспортными машинами может быть до 15 км, форвардерами «Амкодор 2661-01» – до 5 км.

Как показано на схеме, измельчение приготовленного сырья в щепу может осуществляться с погрузкой непосредственно в автощеповозы или при необходимости создания запаса щепы может ссыпаться в бурт. При хранении щепы в неблагоприятные месяцы года ее желательно укрывать от атмосферных осадков. Погрузку щепы из бурта в автощеповозы предусматривается производить колесным ковшовым погрузчиком «Амкодор 352Л».

При незначительном удалении от потребителя (до 25 км) промежуточный склад может выполнять функции создания и хранения межсезонного запаса сырья, особенно если потребитель испытывает нехватку площадей для этих целей.

**Технологическая схема работы нижнего склада с использованием передвижных рубильных машин и фронтальных погрузчиков щепы.** Приведенная на рис. 6.15 технологическая схема разработана авторами применительно к действующему нижнему складу ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» для обеспечения топливной щепой Вилейской мини-ТЭЦ.

На примыкающей к железнодорожным тупикам части промышленной площадки нижнего склада функционирует консольно-козловой кран ККС-10, обслуживаемое подкрановое пространство которого эксплуатируется как склад временного хранения лесоматериалов и пиломатериалов, ожидающих дальнейшую отгрузку потребителю по железной дороге. Эта зона (размером 125×45 м), длинной стороной примыкающая к железнодорожным путям, в настоящее

время играет роль нижнего склада при сортиментной заготовке и вывозке древесины из лесосек при частичной переработке пиловочника в деревообрабатывающем цехе и вывозке пиломатериалов для погрузки в вагоны. На складе выполняются операции по выгрузке, штабелевке и погрузке в вагоны (полувагоны, платформы) круглых и пиленых лесоматериалов, а также отгрузка лесоматериалов в автотранспорт и другие (например, хозяйственные) погрузочно-разгрузочные работы.

Свободное от зоны обслуживания крана пространство промышленной площадки площадью 1,75 га используется для хранения под открытым небом основного сезонного запаса топливной щепы в бурте (размером  $100 \times 30 \times 15$  м), в котором можно разместить около 19 тыс. нас.  $\text{м}^3$  топлива, а также для укладки и хранения не измельченного древесного сырья в штабелях с суммарным объемом около 9 тыс. пл.  $\text{м}^3$ , что обеспечит при измельчении производство около 21 тыс. нас.  $\text{м}^3$  топливной щепы.

Бурт находится почти по центру специальной профилированной заасфальтированной площадки А размером  $130 \times 55$  м, что позволяет свободное от щепы пространство использовать в качестве проезжей части вокруг бурта и для временного размещения мобильного технологического оборудования при выполнении основных и вспомогательных рабочих операций.

Работа нижнего склада осуществляется по следующей технологии. Помимо выполнения вышеописанных операций кран ККС-10 выгружает дровяную древесину, доставленную из лесосек, в штабеля или подает на эстакаду для дальнейшей рубки в щепу передвижной рубильной машиной «Амкодор 2902» с подачей щепы в бурт (или щеповоз).

Технология производства, хранения и поставки щепы на мини-ТЭЦ включает штабелевку доставленного сортиментовозами сырья в штабеля – эту работу выполняют операторы сортиментовозов, оборудованных гидроманипуляторами; рубку в щепу сырья с засыпкой в бурт для хранения, с засыпкой на землю для окучивания в бурт ковшовым погрузчиком «Амкодор 352Л» или погрузкой в щеповоз для доставки на мини-ТЭЦ; окучивание щепы с формированием бурта для временного хранения топлива; погрузку топлива в щеповозы для доставки на мини-ТЭЦ; доставку и выгрузку топливной щепы.

При необходимости эта же система машин используется для доставки, складирования и рубки в щепу сырья в виде отходов лесопиления и деревообработки, привозимых от близлежащих лесоперерабатывающих предприятий, лесоскладских отходов и низкокачественной древесины, доставляемой из других нижних складов.



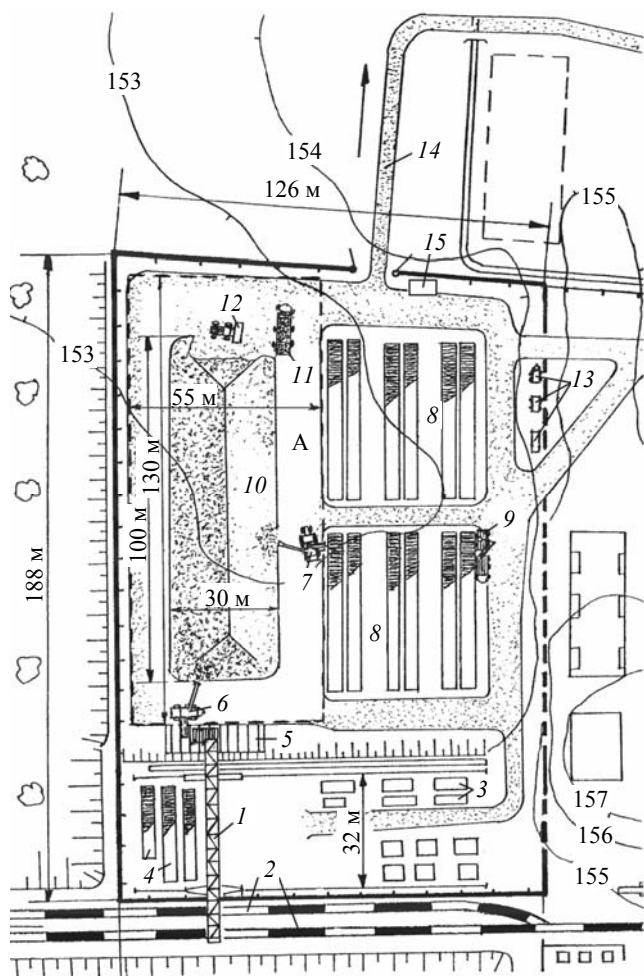


Рис. 6.15. Технологическая схема нижнего склада:

А – площадка для размещения бурта топливной щепы; 1 – консольно-козловой кран ККС-10; 2 – отгрузочные железнодорожные тупики; 3 – штабеля лесоматериалов и пакеты пиломатериалов; 4 – штабеля низкокачественного сырья; 5 – эстакада для подачи сырья в рубку к рубильной машине; 6 – рубильная машина; 7 – рубильная машина, измельчающая сырье, хранимое в штабелях; 8 – штабеля низкокачественного древесного сырья; 9 – автопоезд-сортиментовоз; 10 – бурт для складирования основной массы топливной щепы; 11 – автощеповоз; 12 – ковшовый лесопогрузчик; 13 – бытовые помещения, передвижная мастерская; 14 – грузовая дорога на склад и со склада; 15 – проходная

**Технологическая схема работы склада лесопильно-деревообрабатывающего предприятия.** Нижние склады при вывозке сортиментов и наличии цехов переработки древесины с точки зрения производства топливной щепы будут иметь следующие *особенности*:

1) низкое содержание доли лесоскладских древесных отходов в виде откомлевок, сучьев, коры, вершинной части древесных стволов и т. п., которые характерны для складов с вывозкой хлыстов и деревьев и которые при этом могли бы составить до 3% объема вывозки;

2) более широкое разнообразие видов отходов древесины при наличии цехов переработки древесины благодаря примеси в составе сырья разнообразных отходов лесопиления, окорки, деревообработки, выбраковки полуфабрикатов и готовых изделий и пр.;

3) необходимость применения для производства щепы рубильно-транспортного оборудования с широкими технико-технологическими параметрами, обеспечивающими обслуживание нескольких неодинаковых потоков с разнохарактерным сырьем (рубка стволовой древесины, отходов деревообработки и, возможно, привозной низкокачественной древесины и отходов от рубок ухода и лесозаготовок).

На рис. 6.16 показана технологическая схема основного потока склада, соответствующего вышесказанным условиям с примыканием к автодороге, где выполнение основных лесоскладских операций организовано в следующем порядке.

Заготовленные на лесосеках сортименты доставляются на склад лесовозными автомобилями-сортиментовозами 3, которые устанавливаются под разгрузку башенным краном 4 на участок автодороги 1, проложенный между подкрановыми рельсовыми путями 2. В зависимости от назначения и технологической необходимости башенный кран 4 выгружает пачки сортиментов с лесовозов 3 на приемную площадку 13 перед сортировочным манипулятором 12, на площадку 5 для подачи на сортировочный транспортер 6 или в перерабатывающий цех 7, либо укладывает в штабеля несортированных лесоматериалов 10. В случае поступления из леса (или от других поставщиков) отсортированных лесоматериалов последние укладываются в штабеля 11 для временного хранения или на площадку 8 для подачи в цех переработки. При доставке на склад сырья для переработки на топливную щепу выгрузка и укладка осуществляется в штабеля 9 (низкокачественная круглая стволовая древесина – дрова) или же на площадку 15 (низкокачественная и мелкотоварная древесина от рубок ухода, порубочные остатки от рубок главного пользования и др.).

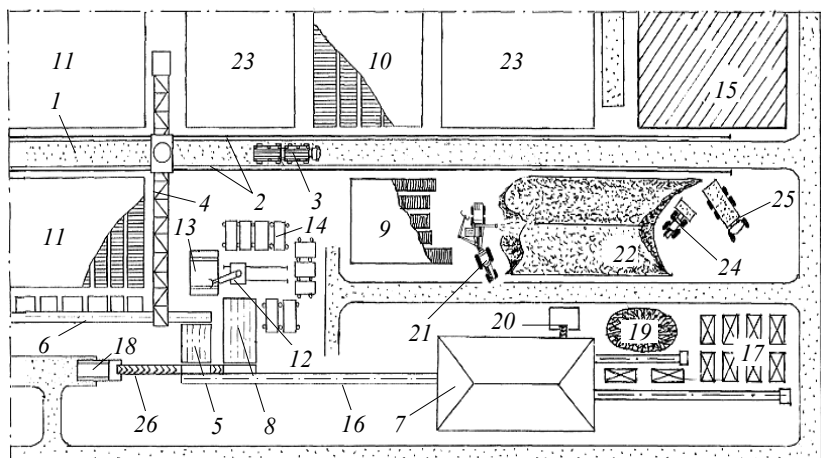


Рис. 6.16. Технологическая схема нижнего склада лесопильно-деревообрабатывающего предприятия:

- 1 – участок автодороги; 2 – подкрановые рельсовые пути; 3 – лесовозный автомобиль-сортиментовоз; 4 – башенный кран; 5 – приемная площадка для подачи сырья на сортировочный лесотранспортер; 6 – сортировочный лесотранспортер; 7 – перерабатывающий цех; 8 – приемная площадка для подачи сырья в цех переработки; 9 – штабеля дровяной древесины; 10 – штабеля несортированных лесоматериалов; 11 – штабеля временного хранения отсортированных лесоматериалов; 12 – сортировочный манипулятор; 13 – приемная площадка; 14 – карманы-лесонакопители; 15 – площадка хранения низкокачественного древесного сырья для переработки в щепу; 16 – продольный лесотранспортер; 17 – площадка для готовой продукции перерабатывающего цеха; 18 – скиповый погрузчик; 19 – куча кусковых отходов; 20 – бункер для мягких отходов; 21 – рубильная машина; 22 – борт щепы; 23 – резервные подштабельные места; 24 – ковшовый погрузчик; 25 – автощеповоз; 26 – скребковый транспортер

Основные лесоскладские операции, осуществляемые при вывозке сортиментов и отгрузке потребителю круглых лесоматериалов, на данном складе выполняются следующим образом.

Выгрузка лесовозных автомобилей производится башенным краном (типа КБ-572А, КБ-578) и гидроманипуляторами лесовозных автомобилей (при необходимости); сортировка бревен – гидроманипулятором 12 с карманами-лесонакопителями 14 или продольным сортировочным лесотранспортером 6; штабелевка и отгрузка готовой продукции (круглых деловых лесоматериалов) – тем же башенным краном 4 или гидроманипуляторами лесовозных автопоездов.

К цехам (потокам) дополнительной переработки древесины и древесного сырья на данном складе будут относиться деревообрабатывающий цех 7 и участок по производству, хранению и отгрузке топливной щепы.

Технологический процесс деревообрабатывающего цеха организован следующим образом. Запасы сырья для перерабатывающего цеха 7 хранятся в штабелях 11 и подаются на переработку в цех лесотранспортером 16, башенным краном 4 через приемные площадки 8 и 5. Технология цеха (однопоточная – ориентированная на выпуск одного вида продукции или многопоточная – выпускающая некоторый ассортимент изделий) обеспечивает складирование готовой продукции на площадке 17 и концентрацию кусковых отходов в куче 19 и мягких отходов в бункере 20. Готовая продукция отгружается самозагружающимися автомобилями (при большом объеме накопления может концентрироваться в зоне обслуживания башенного крана), а кусковые отходы по мере накопления измельчаются в топливную щепу передвижной рубильной машиной 21 и укладываются в борт 22.

Технологический процесс участка по производству, хранению и отгрузке топливной щепы осуществляется следующим образом:

- при переработке ствольной низкокачественной древесины из штабелей 9 мобильная рубильная машина устанавливается между штабелями и буртом щепы и, загружая себя своим же гидроманипулятором, измельчает бревна в щепу, а устройством верхнего выброса щепы из механизма резания засыпает выработанную щепу в борт;
- при переработке кусковых отходов лесопиления и деревообработки от перерабатывающего цеха рубильная машина устанавливается на дороге между кучей отходов 19 и буртом щепы 22, в остальном технология не отличается от вышеописанной;
- при переработке привезенного с лесосек древесного сырья, находящегося на площадке 15, рубильная машина устанавливается на дороге 1, проложенной между подкрановыми путями; однако в случае доставки готового к рубке сырья (уже подсушенного, например) рубка может осуществляться без перегрузки, т. е. прямо «с колес» без перестановки рубильной машины.

Насыпаемый борт топливной щепы по мере необходимости формируется колесным ковшовым погрузчиком 24, им же щепы отгружаются в автощеповозы 25. Необходимо отметить, что помимо башенного крана 4, колесным лесопогрузчиком «Амкодор 352Л» (при замене ковша на челюстной захват) на складе может выполняться ряд погрузочно-штабелевых работ с круглыми лесоматериалами.

Мусор и отходы, образующиеся при сортировке лесоматериалов, подаются скребковым транспортом 26 в скиповый погрузчик 18.

На складе предусмотрены резервные подштабельные места 23 для его ритмичной и бесперебойной работы в течение года.



## Контрольные вопросы

1. Какие виды рубок леса Вы знаете?
2. Перечислите виды подготовительных работ при использовании на основных работах системы машин «бензиномоторная пила – форвардер – рубильная машина».
3. Дайте описание технологии заготовки сортиментов и щепы на лесосеках с использованием бензиномоторных пил, форвардеров и рубильных машин.
4. Расскажите технологию разработки лесосек с применением машин «Амкодор 2243В».
5. Чему равна ширина пазов и волоков при работе систем машин «харвестер – форвардер»?
6. Сколько составляет опасная зона при работе харвестера?
7. Назовите преимущества и недостатки, существующие при одновременной заготовке деловой древесины и топливной щепы.
8. Какие машины «Амкодор» можно рекомендовать для разработки лесосек со слабой несущей способностью грунта?
9. Укажите, какие машины «Амкодор» целесообразно использовать для разработки лесосек с хорошей несущей способностью грунта.
10. В каких условиях рекомендуется применение машины «Амкодор 2243С»?
11. Укажите назначение и отличия промежуточных и нижних складов.
12. Какие варианты организации работы на промежуточных складах Вам известны?
13. Перечислите виды работ, которые могут выполнять лесопогрузчики «Амкодор 352Л» на лесных складах.
14. Опишите технологический процесс нижнего склада лесопильно-деревообрабатывающего предприятия с производством топливной щепы из отходов лесопиления.

$$\Pi_p = \frac{3600V_{хл}}{T_{ц}}$$

$$\Pi_{пл} = \frac{\pi D_n V_{н}}{4}$$

$$\Pi_{см} = (T_{см} - t_p) \Pi_p$$

## 7. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН «АМКОДОР»

### 7.1. Производительность харвестеров

Расчетная производительность валочно-сучкорезно-раскряже-  
вочных машин (ВСРМ) «Амкодор 2551, 2541 и 2583» циклического  
действия (м<sup>3</sup>/ч) может быть определена из уравнения

$$\Pi_p = \frac{3600V_{хл}}{T_{ц}}, \quad (7.1)$$

где  $V_{хл}$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;  $T_{ц}$  – продолжительность цикла, с.  
Для ВСРМ манипуляторного действия

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \quad (7.2)$$

где  $t_1$  – время на наведение и доставку захватно-срезающего устрой-  
ства (ЗСУ) к дереву, с;  $t_2$  – время зажима рычагов харвестерного аг-  
регата, с;  $t_3$  – время валки дерева, с;  $t_4$  – время обрезки сучьев, с;  $t_5$  –  
время на раскряжевку хлыста, с;  $t_6$  – время переезда от одной техно-  
логической стоянки к другой в расчете на одно дерево, с.

По формуле (7.2) может быть найдено  $T_{ц}$  указанных машин, ра-  
ботающих в режиме процессора, т. е. «обрезка сучьев – раскряжев-  
ка», если в данном выражении исключить время на валку дерева.

Среднее время на наведение и доставку захватно-срезающего  
устройства можно рассчитать по формуле

$$t_1 = \left( 0,66 \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right) : v_{зсу}, \quad (7.3)$$

где  $R$ ,  $r$  – соответственно максимальный и минимальный вылеты ма-  
нипулятора ВСРМ или СРМ, м;  $v_{зсу}$  – скорость перемещения ЗСУ, м/с.

Время на зажим дерева харвестерным агрегатом зависит от величины раскрытия его зажимных рычагов  $D_{\text{х.а}}$ , м, диаметра дерева в зоне зажима  $D_3$ , м, и скорости движения зажимных рычагов  $v_3$  (0,2–0,3 м/с) и равно:

$$t_2 = \frac{D_{\text{х.а}} - D_3}{v_3}. \quad (7.4)$$

Время на валку одного дерева определяется с помощью следующей формулы:

$$t_3 = \frac{\pi D_{\text{п}} k_{\text{п}}}{4 \Pi_{\text{пил}} \phi_{\text{п}}}, \quad (7.5)$$

где  $D_{\text{п}}$  – средний диаметр дерева в плоскости спиливания, м;  $k_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий затраты времени на падение дерева ( $k_{\text{п}} = 1,4\text{--}2,0$ );  $\Pi_{\text{пил}}$  – производительность чистого пиления срезающего механизма, м<sup>2</sup>/с;  $\phi_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий использование производительности чистого пиления ( $\phi_{\text{п}} = 0,5\text{--}0,7$ ).

Производительность чистого пиления находится из выражения

$$\Pi_{\text{пил}} = \frac{\pi D_{\text{п}} v_{\text{н}}}{4},$$

где  $v_{\text{н}}$  – скорость надвигания в механизме пиления, м/с ( $v_{\text{н}} = 0,10\text{--}0,25$  м/с).

Время, затрачиваемое на обрезку сучьев, вычисляется по формуле

$$t_4 = \frac{k H k_1}{v} + \frac{H - H_{\text{в}}}{v_0},$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий длину бессучковой зоны до начала кроны дерева;  $H$  – высота спиленного дерева, м;  $k_1$  – коэффициент, учитывающий, какую часть пути проходит харвестерный агрегат во время падения дерева (для СРМ  $k_1 = 1$ );  $v$  – средняя скорость протаскивания ствола без обрезки сучьев (паспортная), м/с;  $H_{\text{в}}$  – длина вершины, м;  $v_0$  – средняя скорость протаскивания ствола во время обрезки сучьев, м/с ( $v_0 = 0,6\text{--}0,8$  м/с).

Время раскряжевки ствола рассчитывается по следующей формуле:

$$t_5 = \frac{D_{\text{ср}} n_{\text{п}}}{v_{\text{н}}} + \frac{v n_{\text{п}}}{a_{\text{т}}},$$

где  $D_{\text{ср}}$  – средний диаметр пропила, м;  $n_{\text{п}}$  – число пропилов;  $a_{\text{т}}$  – замедление при торможении протаскивания ствола, м/с<sup>2</sup>.

$$a_{\tau} = \frac{v}{2l_{\tau}} \text{ и } D_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2}{n_p}},$$

где  $l_{\tau}$  – средний путь торможения харвестерного агрегата перед остановкой хлыста для выполнения пропила, м ( $l_{\tau} = 0,3\text{--}0,9$  м);  $D_1, D_2, \dots, D_n$  – диаметры ствола в месте раскряжевки, м.

Время переезда между технологическими стоянками на одно дерево составит

$$t_6 = \frac{l_{\text{п}}}{v_{\text{м}} n}, \quad (7.6)$$

где  $l_{\text{п}}$  – расстояние между смежными стоянками машины, м;  $v_{\text{м}}$  – средняя скорость перемещения харвестера по лесосеке, м/с ( $v_{\text{м}} = 0,2\text{--}0,4$  м/с);  $n$  – количество деревьев, обрабатываемых с одной технологической стоянки, шт.

При сплошных рубках расстояние переезда между технологическими стоянками определяется как:

$$l_{\text{п}} = R - r, \quad (7.7)$$

а при несплошных рубках –  $l_{\text{п}} \leq r$ .

Количество деревьев, обрабатываемых с одной технологической стоянки, находится из соотношения

$$n = \frac{V_{\text{с}}}{V_{\text{хл}}},$$

где  $V_{\text{с}}$  – суммарный объем древесины, срезаемый с одной технологической стоянки, м<sup>3</sup>, рассчитываемый по следующей формуле:

$$V_{\text{с}} = \frac{Fqi}{10^6},$$

где  $F$  – площадь лесосеки, обрабатываемая с одной технологической стоянки, м<sup>2</sup>;  $q$  – запас древесины на 1 га, м<sup>3</sup>;  $i$  – интенсивность рубки, % (при сплошных рубках  $i = 100\%$ ).

В реальных условиях с одной стоянки ВСРМ обрабатывается участок лесосеки, имеющий вид серпа, площадь которого определяется по формуле

$$F = \frac{\varepsilon R - r}{2} \sqrt{4(\varepsilon R)^2 - (\varepsilon R - r)^2} + 2(\varepsilon R)^2 \arcsin \frac{\varepsilon R - r}{2\varepsilon r}, \quad (7.8)$$



где  $\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий использование максимального вылета манипулятора ( $\varepsilon = 0,80\text{--}0,93$ ).

При несплошной рубке форма обрабатываемого с одной технологической стоянки участка изменяется, и его площадь можно вычислить из выражения

$$F = \pi(\varepsilon R)^2 - h_b(2\varepsilon R - l_{\text{п}}), \quad (7.9)$$

где  $h_b$  – ширина трелевочного волока, м (не менее ширины харвестера).

Производительность ВСРМ в смену находится по следующей формуле:

$$\Pi_{\text{см}} = (T_{\text{см}} - t_p) \Pi_p,$$

где  $T_{\text{см}}$  – продолжительность рабочей смены, ч;  $t_p$  – регламентированные простои, ч/смену ( $t_p = 1,45$  ч/смену).

Лучшие зарубежные операторы при работе в двух- и трехсменном режиме в благоприятных условиях на харвестерах заготавливают за год до 40–80 тыс. м<sup>3</sup> древесины. Предварительная уборка кустарника, валежника, а при сплошных рубках и маломерных деревьев ( $d_{1,3} \leq 13$  см), которые заготавливают в первый прием иными системами машин «бензопила – малогабаритный трактор», позволяет увеличить производительность харвестеров до 5–23% за счет улучшения условий труда и увеличения среднего объема дерева.

Если ВСРМ работает в режиме «валка – пакетирование», ее расчетная производительность (м<sup>3</sup>/ч) определяется по выражению (7.1), в котором продолжительность цикла примет вид

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_6,$$

где  $t_1$  – время на наведение и доставку ЗСУ к дереву, с, вычисляемое по формуле (7.3);  $t_2$  – время зажима рычагов харвестерного агрегата, с, рассчитываемое по соотношению (7.4);  $t_3$  – время на срезание дерева, с, определяемое по формуле (7.5), в которой коэффициент  $k_{\text{п}}$ , учитывающий затраты времени на падение дерева, принимается равным 1;  $t_4$  – время на падение и укладку дерева в пачку, с ( $t_4 = 8\text{--}18$  с);  $t_6$  – время переезда от одной технологической стоянки к другой в расчете на одно дерево, с, вычисляемое по выражению (7.6).

В последнее время в целях увеличения ширины разрабатываемой пасеки и расстояния между пасечными волоками харвестеры

(ВСПМ) стали использовать в комбинации с бензиномоторными пилами (см. рис. 6.5 на с. 175). Зависимость продолжительности цикла обработки деревьев и производительности ВСПМ (без учета переезда) при проведении постепенных рубок от объема хлыста, средней длины выпиленных сортиментов, породы и сезона заготовки в этом случае можно определить по следующим уравнениям регрессии, полученным В. А. Каляшовым.

*Летние условия:*

– сосна

$$T_{ц} = 39,864 + 161,727V_{хл} - 4,37l_c + 2,296R;$$

$$T_{ц} = 70,313 + 150,475V_{хл} + 15,406V_{хл}^2 - 12,75l_c + 0,998l_c^2;$$

– ель

$$T_{ц} = 56,297 + 0,151R^2 - 35,131V_{хл}^2 - 9,369l_c + 0,64l_c^2 + 208,93V_{хл};$$

– береза

$$T_{ц} = 68,825 - 13,222l_c + 78,553V_{хл} + 1,316l_c^2 + 0,163R^2 + 316,581V_{хл}^2;$$

– осина

$$T_{ц} = 63,504 + 280,368V_{хл} - 4,83l_c + 2,04R + 200,58V_{хл}^2.$$

*Зимние условия:*

– сосна

$$T_{ц} = 41,874 + 2,296R + 33,545V_{хл}^2 + 105,71V_{хл} - 3,45l_c;$$

– ель

$$T_{ц} = 35,521 + 3,181R - 3,439l_c + 115,305V_{хл} + 55,219V_{хл}^2;$$

– береза

$$T_{ц} = 68,825 - 13,222l_c + 78,553V_{хл} + 1,316l_c^2 + 0,163R^2 + 316,581V_{хл}^2,$$

где  $V_{хл}$  – средний объем хлыста вырубленной части насаждений,  $m^3$ ;  $l_c$  – средняя длина выпиленных сортиментов,  $m$ ;  $R$  – максимальный вылет манипулятора,  $m$ .

Графическая интерпретация полученных уравнений представлена на рис. 7.1, а графики изменения часовой производительности для харвестера John Deere 1270D – на рис. 7.2 (см. на с. 208).

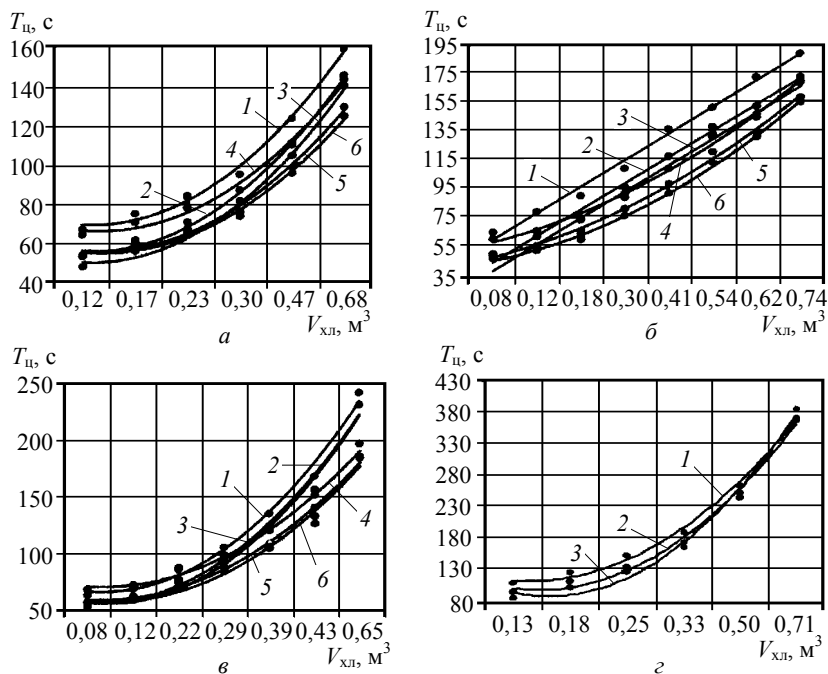


Рис. 7.1. Изменение продолжительности цикла обработки дерева ВСРМ (без учета переезда) в зависимости от объема хлыста и средней длины сортимента в насаждениях:

*a* – сосновых; *б* – еловых; *в* – березовых; *г* – осиновых при длине сортиментов:  
 1 – 2 м; 2 – 4 м; 3 – 6 м (летние условия);  
 4 – 2 м; 5 – 4 м; 6 – 6 м (зимние условия)

В соответствии с приведенными на графиках (рис. 7.1) данными продолжительность цикла обработки дерева возрастает с увеличением среднего объема хлыста и с уменьшением средней длины выпиливаемых сортиментов. Причем изменение  $V_{хл}$  в большей степени влияет на продолжительность цикла по сравнению с  $l_c$ . При этом интенсивность роста продолжительности цикла при примерно равных объемах хлыста неодинакова и зависит от породы дерева и сезона разработки лесосеки.

Также на время цикла будет влиять скорость переезда ВСРМ при выполнении технологических операций и при переезде с ленты на ленту, которая зависит от почвенно-грунтовых условий.

По результатам данных исследований средние скорости переезда ВСРМ при выполнении технологических операций равны: для зимних условий с высотой снежного покрова до 50 см – 0,22 м/с; для летних условий и супесчаных почв II категории – 0,5 м/с; для летних условий и суглинистых почв II категории – 0,24 м/с. Средняя скорость движения ВСРМ при переездах с ленты на ленту для зимних условий составила 0,34 м/с, для летних – 0,45 м/с.

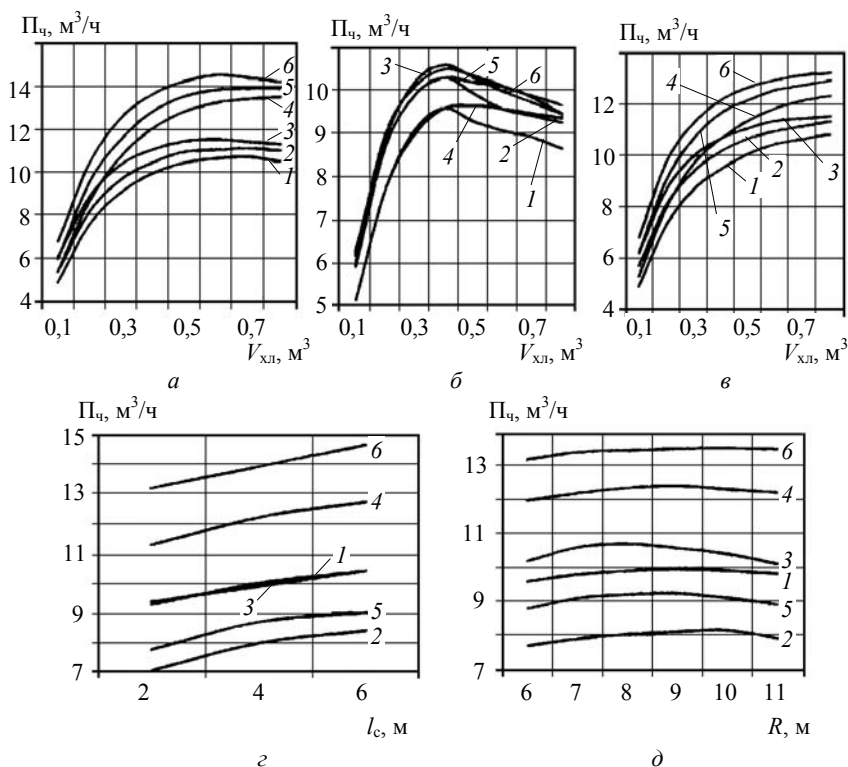


Рис. 7.2. Изменение производительности ВСРМ при постепенных рубках:

а – в сосняках; б – березняках; в – ельниках при длине сортиментов:

1 – 2 м; 2 – 4 м; 3 – 6 м при проведении первого приема рубки;

4 – 2 м; 5 – 4 м; 6 – 6 м при проведении второго приема рубки;

г – от средней длины сортимента; д – от вылета манипулятора:

1 – в ельниках; 2 – березняках; 3 – сосняках при проведении

первого приема рубки; 4 – в ельниках; 5 – березняках;

6 – сосняках при проведении второго приема рубки

Затраты времени на установку машины на технологических стоянках и корректировку манипулятора перед наведением на дерево в среднем равны 9,2 с.

В соответствии с рис. 7.2 наибольшая производительность ВСРМ на постепенных рубках отмечается при проведении второго приема рубки в сосняках и ельниках. В березняках производительность по сравнению с хвойными насаждениями ниже на 25–32%, при этом наибольшая производительность достигается при среднем  $V_{\text{хл}} = 0,4\text{--}0,5 \text{ м}^3$ .

Подчеркнем, что особенностью исследований явился учет доступности деревьев при проведении первого и второго приемов равномерных постепенных рубок. При работе в схожих условиях результаты производительности харвестеров «Амкодор» будут близкими.

## 7.2. Производительность валочно-пакетирующих машин с накопительной головкой

Сменная производительность ( $\text{м}^3/\text{смену}$ ) машин такого типа, в частности «Амкодор 2243С», без операции трелевки может быть определена по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п.з}}) \phi_1 V_{\text{хл}} n}{t_1 + (t_2 + t_3 + t_4) n_1 + t_5 n_2}, \quad (7.10)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п.з}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\phi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $V_{\text{хл}}$  – средний объем хлыста,  $\text{м}^3$ ;  $n$  – среднее число деревьев, срезаемых с одной технологической стоянки, шт.;  $t_1$  – время переезда между технологическими стоянками, с;  $t_2$  – время на наведение и доставку ЗСУ к дереву, с;  $t_3$  – время на зажим дерева ЗСУ, с;  $t_4$  – время на спиливание дерева, с;  $n_1$  – среднее число деревьев, размещенных в накопителе ЗСУ, шт.;  $t_5$  – время укладки спиленных деревьев на землю, с;  $n_2$  – количество циклов укладки деревьев на землю с одной технологической стоянки.

Время переезда между технологическими стоянками составит

$$t_1 = \frac{l_{\text{п}}}{v_{\text{м}}},$$

где  $l_n$  – расстояние между смежными стоянками машины, м;  $v_m$  – средняя скорость перемещения валочно-пакетирующей машины по лесосеке, м/с.

При сплошных рубках расстояние переезда между технологическими стоянками определяется по формуле (7.6), а при несплошных рубках –  $l_n \leq r$ .

Среднее время на наведение и доставку ЗСУ можно рассчитать по формуле (7.3), а время на зажим дерева ЗСУ – по выражению (7.4).

Время на спиливание дерева вычисляется по следующей формуле:

$$t_4 = \frac{\pi D_n}{4 \Pi_{\text{пил}} \varphi_n},$$

где все входящие величины соответствуют выражению (7.5).

Количество циклов укладки деревьев на землю на технологической стоянке равно

$$n_2 = \frac{Fqi}{10^6 V_{\text{кл}} n_1}, \quad (7.11)$$

где  $F$  – площадь лесосеки,  $\text{м}^2$ , обрабатываемая ВПМ с одной технологической стоянки, определяемая по формуле (7.8) при сплошной рубке и по уравнению (7.9) при несплошной;  $q$  – средний запас древесины на 1 га,  $\text{м}^3$ ;  $i$  – интенсивность рубки, % (при сплошных рубках  $i = 100\%$ ).

Среднее число деревьев  $n$ , срезаемых с одной технологической стоянки, находится по формуле (7.11) при  $n_1 = 1$ .

Время укладки спиленных деревьев на землю  $t_5$  можно рассчитать с помощью следующих выражений:

- при сплошных рубках  $t_5 = (1,2-1,4)t_4$ ;
- при несплошных рубках  $t_5 = (1,4-2,0)t_4$ .

По формуле (7.10) также может быть определена производительность харвестеров с накопительным устройством ЗСУ, работающих в режиме «валка – пакетирование».

### 7.3. Производительность форвардеров

Сменная производительность ( $\text{м}^3/\text{смену}$ ) погрузочно-транспортных машин «Амкодор 2661-01, 2682-01 и 2641», оснащенных гидроманипулятором с грейферным захватом, может быть найдена по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п.з}})V_{\text{п}}\Phi_1\Phi_2}{T_{\text{ц}}}, \quad (7.12)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п.з}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $V_{\text{п}}$  – объем древесины, который будет вывезен ПТМ за один рейс, м<sup>3</sup>;  $\Phi_1, \Phi_2$  – соответственно коэффициенты использования рабочего времени и технической готовности;  $T_{\text{ц}}$  – время, затраченное на выполнение операций по сбору, транспортировке и выгрузке лесоматериалов объемом  $V_{\text{п}}$ , рассчитываемое по следующей формуле:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8,$$

$t_1, t_2$  – время погрузки и разгрузки грузовой платформы форвардера соответственно, с;  $t_3, t_4$  – время движения форвардера по пасечному волоку в грузовом и порожнем направлениях соответственно, с;  $t_5, t_6$  – время движения форвардера по магистральному волоку (лесовозному усу) в грузовом и порожнем направлениях соответственно, с;  $t_7, t_8$  – время переездов в процессе набора пачек лесоматериалов при погрузке и разгрузке грузовой платформы форвардера соответственно, с.

Затраты времени на погрузку и разгрузку находятся из выражений

$$t_1 = t_{\text{п.п}} \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{п.п}}};$$

$$t_2 = t_{\text{р.п}} \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р.п}}}.$$

Затраты времени на погрузку и разгрузку одной пачки ( $t_{\text{п.п}}, t_{\text{р.п}}$ ) и объемы пачки, захватываемые гидроманипулятором за один прием при погрузке и разгрузке ( $V_{\text{п.п}}, V_{\text{р.п}}$ ), вычисляются по регрессионным зависимостям Г. М. Ушакова:

$$t_{\text{п.п}} = 7,78 + 58,74V_{\text{п.п}} + 2,18l_{\text{с}} - 5,77V_{\text{п.п}}l_{\text{с}};$$

$$t_{\text{р.п}} = -48,5 + 95,29V_{\text{р.п}} + 7,01l_{\text{с}} - 1,32V_{\text{р.п}}l_{\text{с}}^2;$$

$$V_{\text{п.п}} = \sqrt{\frac{l_{\text{с}} - 1,96}{4,04}}; \quad V_{\text{р.п}} = \sqrt{\frac{l_{\text{с}} - 2,08}{3,98}},$$

где  $l_{\text{с}}$  – средняя длина сортимента, м.

Время движения форвардера по пасечному волоку в грузовом и порожнем направлениях определяется по следующим формулам:

$$t_3 = \frac{l_{п.в} k_{y.п}}{2v_1}; \quad t_4 = \frac{l_{п.в} k_{y.п} k_{y.р}}{2v_2},$$

где  $l_{п.в}$  – длина пасечного волока, м;  $k_{y.п}$ ,  $k_{y.р}$  – коэффициенты, учитывающие увеличение пройденного пути за счет непрямолинейности движения и разворотов соответственно;  $v_1$ ,  $v_2$  – скорости движения форвардера в грузовом и порожнем направлениях соответственно, м/с.

Время движения форвардера по магистральному волоку (лесовозному усу) в грузовом и порожнем направлениях рассчитывается по формулам

$$t_5 = \frac{Sk_{y.п}}{v_{р.х}}; \quad t_6 = \frac{Sk_{y.п} k_{y.р}}{v_{х.х}},$$

где  $S$  – расстояние подвозки сортиментов по магистральному волоку (лесовозному усу) в соответствии с принятой технологической схемой, м;  $v_{р.х}$ ,  $v_{х.х}$  – скорости движения в грузовом и порожнем направлениях соответственно, м/с.

Время переездов в процессе погрузки грузовой платформы находится из следующего соотношения:

$$t_7 = \frac{l_{п.п}}{v_{п}},$$

где  $l_{п.п}$  – путь, проходимый форвардером при загрузке, м;  $v_{п}$  – средняя скорость движения машины при сборе пачки, м/с.

Путь, проходимый форвардером при загрузке ( $l_{п.п}$ ), зависит от ширины полосы леса ( $b$ ), разрабатываемой машиной; ликвидного запаса древесины на 1 га ( $q$ ); интенсивности рубки ( $i$ ) насаждений; доли лесоматериалов определенной сортотруппы ( $\rho$ ) и равен

$$l_{п.п} = \frac{10^4 V_{п}}{qbip}.$$

Ширина полосы леса ( $b$ ) зависит от принятой технологии работ и может составлять 15–40 м. При сплошных рубках  $i = 1$ ; при рубках ухода  $i = 0,3–0,4$ ;  $0 < \rho \leq 1$ .



Время переездов в процессе разгрузки грузовой платформы следует учитывать, если форвардер осуществляет при этом сортировку и штабелевку лесоматериалов. Оно равно

$$t_8 = \frac{l_{п.р}}{v_{п}},$$

где  $l_{п.р}$  – путь, проходимый форвардером при разгрузке, м (зависит от размеров и количества штабелей).

По формуле (7.12) определяется производительность двухзвенной погрузочно-транспортной машины «Амкодор 2652», имеющей аналогичный принцип работы со специализированными форвардерами.

## 7.4. Производительность трелевочных машин

Сменная производительность ( $\text{м}^3/\text{смену}$ ) машин для трелевки деревьев и хлыстов («Амкодор 2243В, 2242В» с *чокерным технологическим оборудованием*) может вычисляться по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{(T - t_{п.з})V_{п}\phi_1}{T_{ц}}, \quad (7.13)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{п.з}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $V_{п}$  – средний объем трелеваемой пачки,  $\text{м}^3$ ;  $\phi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $T_{ц}$  – время цикла, рассчитываемое по следующей формуле:

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где  $t_1$ ,  $t_3$  – время холостого и рабочего хода машины соответственно, с;  $t_2$  – время формирования пачки, с;  $t_4$  – время отцепки пачки (снятие чокеров и выравнивание комлей, окучивание), с.

Время  $t_1$  и  $t_3$  в совокупности определяется по формуле

$$t_1 + t_3 = \frac{2l_{\text{ср}}}{v_{\text{ср}}} = \frac{l_{\text{ср}}(v_{\text{р}} + v_{\text{х}})}{v_{\text{р}} + v_{\text{х}}}, \quad (7.14)$$

где  $l_{\text{ср}}$  – среднее расстояние трелевки, м;  $v_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения трелевочной машины, м/с;  $v_{\text{х}}$ ,  $v_{\text{р}}$  – средняя скорость движения машины соответственно в холостом и грузовом направлениях, м/с.

Время формирования пачки *зимой* находится из выражения

$$t_2 = 60 \left( 2 + 0,08l_0 + \frac{0,8V_{\text{п}}}{nV_{\text{хл}}} + \frac{2V_{\text{п}}}{n} \right),$$

где  $l_0$  – среднее расстояние подачи собирающего каната от машины к месту формирования пачки хлыстов (деревьев), м;  $n$  – число рабочих, участвующих в чокеровке деревьев (хлыстов), чел.;  $V_{\text{хл}}$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>.

Время формирования пачки *летом* вычисляется по следующей формуле:

$$t_2 = 60 \left( 5 + \frac{0,45V_{\text{п}}}{V_{\text{хл}}} + \frac{175V_{\text{п}}}{q} \right),$$

где  $q$  – ликвидный запас древесины на 1 га, м<sup>3</sup>.

Время отцепки пачки летом и зимой определяется по формуле

$$t_4 = 60 \left( 0,6 + \frac{0,06V_{\text{п}}}{V_{\text{хл}}} + 0,5V_{\text{п}} \right).$$

Производительность (м<sup>3</sup>/смену) *бесчокерной машины* «Амкодор 2243» (с кониковым зажимным устройством) при формировании пачки деревьев, собранных в пакет, рассчитывается по формуле (7.13), в которой время на захват деревьев и укладку их в коник находится по следующему выражению:

$$t_2 = 60 \left( 0,25V_{\text{хл}}V_{\text{п}} + 0,44 \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{хл}}} + 0,4V_{\text{п}} + \frac{123}{q} + 0,32 \right).$$

Время выгрузки пачки с учетом выравнивания комлей определяется по формуле

$$t_4 = 60(0,24V_{\text{п}} + 1,33). \quad (7.15)$$

Сменная производительность машины «Амкодор 2243В» при формировании пачки одиночно поваленных деревьев (бензиномоторной пилой или валочной машиной) вычисляется по следующей формуле:

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п.3}})V_{\text{п}}\Phi_1}{m \left( t_y + \frac{l_{\text{п}}}{v} \right) + t_2n + \frac{2l_{\text{сп}}}{v_{\text{сп}}} + t_4},$$

где  $t_y$  – время на установку машины для сбора пачки, с;  $l_n$  – расстояние между стоянками, м ( $l_n = l_{\max} - l_{\min}$ );  $v$  – скорость движения машины при переездах, м/с ( $v = 0,6-0,7$  м/с);  $t_2$  – время на захват дерева и укладку его в коник машины, с;  $n$  – количество деревьев в пачке, шт.;  $m$  – количество стоянок машины при сборе пачки объемом  $V_n$ :

$$n = \frac{V_n}{V_{\text{кл}}};$$

$$m = \frac{10^4 V_n}{(l_{\max} - l_{\min}) b q \varphi_2},$$

где  $l_{\max}$ ,  $l_{\min}$  – соответственно максимальный и минимальный вылет манипулятора, м;  $b$  – ширина полосы леса, разрабатываемой машиной за один проход, м;  $\varphi_2$  – коэффициент, учитывающий уменьшение площади криволинейного участка, осваиваемого манипулятором, в сравнении с прямолинейным ( $\varphi_2 = 0,85-0,95$ ).

## 7.5. Производительность валочно-трелевочных машин

Расчетная часовая производительность (м<sup>3</sup>/ч) машины «Амкор 2243С», которая оснащена срезающей головкой с накопителем и кониковым устройством и которая работает в режиме «валка – трелевка», может быть определена из выражения

$$P_p = \frac{3600 V_n}{T_{\text{ц}}},$$

где  $V_n$  – объем трелеваемой пачки, м<sup>3</sup>;  $T_{\text{ц}}$  – время цикла валки – трелевки пачки деревьев, с, рассчитываемое по следующей формуле:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где  $t_1$ ,  $t_3$  – время холостого и рабочего хода машины соответственно, с, вычисляемое из соотношения (7.14);  $t_4$  – время, затрачиваемое на разгрузку пачки и выполнение работ на погрузочном пункте, с, определяемое по выражению (7.15).

Время, затрачиваемое на формирование пачки, находится по формуле

$$t_2 = \left[ (t_2^H + t_2^3 + t_2^c) n_1 + t_2^y n_2 \right] n + t_2^n (n-1),$$

где  $t_2^H$  – среднее время на наведение и доставку ЗСУ к дереву, с, рассчитываемое по соотношению (7.3);  $t_2^3$  – время на зажим дерева ЗСУ, с, вычисляемое по выражению (7.4);  $t_2^c$  – время на спиливание дерева, с, определяемое по формуле (7.5) при  $k_{\Pi} = 1$ ;  $n_1$  – среднее число деревьев, размещаемых в накопителе ЗСУ, шт.;  $t_2^y$  – время укладки спиленных за один прием деревьев в коник, с ( $t_2^y = (1,2-1,4)t_2^c$ );  $n_2$  – количество укладок деревьев в коник с технологической стоянки, рассчитываемое по соотношению (7.11);  $t_2^n$  – время переезда между технологическими стоянками, с;  $n$  – количество технологических стоянок, при которых формируется пачка объемом  $V_{\Pi}$ , равное

$$n = \frac{V_{\Pi}}{V_{\Pi}^c},$$

где  $V_{\Pi}^c$  – объем деревьев, срезаемых и укладываемых на коник с одной технологической стоянки,  $\text{м}^3$ , вычисляемый по формуле

$$V_{\Pi}^c = n_1 n_2.$$

## 7.6. Производительность лесопогрузчиков

Расчетная производительность колесных лесопогрузчиков фронтального типа «Амкодор 352Л» при погрузке (выгрузке) сортиментов или щепы определяется по следующей формуле:

$$\Pi_p = \frac{3600 V_{\text{Л.Т}} k_{\text{Л.Т}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (7.16)$$

где  $V_{\text{Л.Т}}$  – грузоподъемность лесовозного транспорта (ЛТ),  $\text{м}^3$ ;  $k_{\text{Л.Т}}$  – коэффициент использования грузоподъемности ЛТ ( $k_{\text{Л.Т}} = 0,7-0,9$ );  $T_{\text{ц}}$  – время цикла погрузки (выгрузки), с, вычисляемое по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_1 + (t_2 + t_3 + t_4 + t_5) \frac{V_{\text{Л.Т}} k_{\text{Л.Т}}}{V_{\text{П.М}} k_{\text{П.М}}} + t_6 + t_7, \quad (7.17)$$

где  $t_1$  – время, затрачиваемое на подготовку ЛТ к погрузке (выгрузке), с ( $t_1 = 120-140$  с);  $t_2$  – время, расходуемое на захват и подъем

груза, с;  $t_3$  – время, затрачиваемое на доставку груза от места захвата (штабеля) до места укладки, с;  $t_4$  – время, расходуемое на опускание груза и его выравнивание на месте укладки, с;  $t_5$  – время, затрачиваемое на возврат лесопогрузчика от места укладки, к месту захвата груза, с;  $V_{п.м}$  – грузоподъемность лесопогрузчика,  $\text{м}^3$ ;  $k_{п.м}$  – коэффициент использования грузоподъемности лесопогрузчика ( $k_{п.м} = 0,6\text{--}0,8$ );  $t_6$  – время, расходуемое на закрепление погруженной древесины, с;  $t_7$  – время, затрачиваемое на смену ЛТ, с.

Элементы времени  $t_2\text{--}t_5$  зависят от типа захвата лесопогрузчика. Время  $t_2$  и  $t_4$  обычно не превышает 50 и 70 с соответственно. Суммарное время  $t_3 + t_5$  определяется по формуле

$$t_3 + t_5 = \frac{2 \left( l_1 + \frac{l_{ш}}{2} \right)}{v}, \quad (7.18)$$

где  $l_1$  – расстояние от места погрузки до штабеля за вычетом длины лесопогрузчика, м;  $l_{ш}$  – длина штабеля, м;  $v$  – средняя скорость перемещения лесопогрузчика от штабеля к ЛТ и обратно, м/с.

Время  $t_6$  и  $t_7$  находится путем хронометражных наблюдений.

Лесопогрузчики «Амкодор» могут осуществлять сортировку и штабелевку древесины. Как при сортировке, так и при штабелевке цикличность выполнения элементов общая. При этом производительность рассчитывается по формуле (7.16), в которой время цикла равно

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где  $t_1$  – время, затрачиваемое на захват и подъем лесоматериалов, с;  $t_2$  – время, расходуемое на доставку груза от места захвата (выгрузки) до штабеля, с;  $t_3$  – время, затрачиваемое на опускание лесоматериалов и их выравнивание в штабеле, с;  $t_4$  – время, расходуемое на возврат лесопогрузчика от штабеля к месту выгрузки лесоматериалов, с.

Суммарное время  $t_2 + t_4$  находится по аналогии по формуле (7.18). Значения времени  $t_1$  и  $t_3$  определяются путем хронометражных наблюдений.

В практике работы лесных складов или бирж сырья в течение смены лесопогрузчики «Амкодор» могут выполнять как погрузочно-разгрузочные работы, так и сортировочно-штабелевочные. Здесь имеет место общая часовая производительность, которая вычисляется по следующей формуле:

$$\Pi_o = \frac{\Pi_n \Pi_c}{\Pi_n + \Pi_c}, \quad (7.19)$$

где  $\Pi_n$  – производительность лесопогрузчика на погрузке (выгрузке) лесоматериалов, м<sup>3</sup>/ч;  $\Pi_c$  – производительность лесопогрузчика на сортировке и штабелевке лесоматериалов, м<sup>3</sup>/ч.

При выполнении трех видов работ в течение смены, например при выгрузке дровяного сырья, его сортировке и штабелевке, а также подаче топливной щепы из бурта в котельную, что имеет место на складах сырья мини-ТЭЦ, формула (7.19) для определения общей часовой производительности предстанет в виде

$$\Pi_o = \frac{\Pi_v \Pi_c \Pi_{щ}}{\Pi_v \Pi_{щ} + \Pi_v \Pi_c + \Pi_c \Pi_{щ}},$$

где  $\Pi_v$ ,  $\Pi_c$ ,  $\Pi_{щ}$  – производительность лесопогрузчика соответственно на выгрузке, сортировке дровяного долготья и подаче топливной щепы, м<sup>3</sup>/ч.

Производительность лесопогрузчика в смену в этом случае можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Pi_{см} = (T - t_p - t_{см}) \Pi_o,$$

где  $T$  – продолжительность рабочей смены, ч;  $t_p$  – регламентируемые простои, ч/смену;  $t_{см}$  – время, затрачиваемое на смену рабочего органа лесопогрузчика, ч/смену.

## 7.7. Производительность рубильных машин

Сменная производительность самоходной рубильной машины «Амкодор 2902» с бункером для щепы, измельчающей древесное сырье непосредственно на лесосеке, вычисляется по следующей формуле:

$$\Pi_{см} = \frac{(T - t_{п.з}) \phi_1 V_6}{\left( \frac{V_6}{V_c} - 1 \right) t_1 + \frac{V_6}{V_c} (t_2 + t_3 + t_4) + t_5 + t_6 + t_7}, \quad (7.20)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{п.з}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\phi_1$  – коэффициент

использования рабочего времени;  $V_6$  – вместимость бункера для щепы,  $\text{м}^3$ ;  $V_c$  – объем древесного сырья, подлежащего измельчению с одной технологической стоянки,  $\text{м}^3$ ;  $t_1$  – время на переезд рубильной машины с одной технологической стоянки на другую (от одной кучи к другой), с;  $t_2$  – время на приведение гидроманипулятора машины в рабочее положение, с;  $t_3$  – время на измельчение древесного сырья с одной технологической стоянки (сконцентрированного в куче), с;  $t_4$  – время на приведение гидроманипулятора в транспортное положение, с;  $t_5$  – время на транспортировку щепы из лесосеки на придорожный склад, с;  $t_6$  – время на выгрузку щепы из бункера рубильной машины в автощеповоз (контейнер, кучу), с;  $t_7$  – время на возвращение рубильной машины обратно на лесосеку, с.

Вместимость бункера рубильной машины для щепы находится из выражения

$$V_6 = V_6^r f_n,$$

где  $V_6^r$  – вместимость (геометрический объем) бункера, нас.  $\text{м}^3$ ;  $f_n$  – коэффициент полндревесности щепы ( $f_n = 0,35\text{--}0,38$ ).

Объем древесного сырья в одной куче, подлежащей измельчению, зависит от вида рубки, применяемой технологии и системы машин, запаса древесины на 1 га, среднего объема хлыста и определяется по формуле

$$V_c = n_d V_{\text{хл}} k_{\text{щ}} k_{\text{д}},$$

где  $n_d$  – количество деревьев, спиливаемых и обрабатываемых лесозаготовительной машиной (механизмом) с технологической стоянки, шт.;  $V_{\text{хл}}$  – средний объем хлыста,  $\text{м}^3$ ;  $k_{\text{щ}}$  – коэффициент, показывающий, какая часть фитомассы спиленных деревьев подлежит переработке на щепу. Он зависит от вида рубки, применяемой технологии и системы машин, сезона года и равен: при сплошных рубках – 0,12–0,25; при проходных рубках – 0,25–0,4; при прочистке – 1,0;  $k_{\text{д}}$  – коэффициент, характеризующий дополнительный объем древесного сырья, перерабатываемого на щепу (сломанный тонкомер, сухостой, нежелательные деревья и др.),  $k_{\text{д}} = 1,05\text{--}1,15$ .

Количество деревьев, спиливаемых с одной технологической стоянки, равно

$$n_d = \frac{Fqi}{10^6 V_{\text{хл}}},$$

где  $F$  – площадь лесосеки, осваиваемая с одной технологической стоянки,  $\text{м}^2$ ;  $q$  – средний запас древесины на 1 га,  $\text{м}^3$ ;  $i$  – интенсивность рубки, %.

Время на приведение гидроманипулятора в рабочее ( $t_2$ ) или транспортное ( $t_4$ ) положение целесообразно определять путем хронометражных наблюдений.

Время на измельчение древесного сырья на технологической стоянке рассчитывается по формуле

$$t_3 = \frac{V_c}{\Pi_{\text{руб}}} = \frac{Fqik_{\text{щ}}k_{\text{д}}}{10^6 lbHzn\varphi_1^1\varphi_2\varphi_3}, \quad (7.21)$$

где  $\Pi_{\text{руб}}$  – производительность рубильного органа,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $l$  – длина вырабатываемой щепы, м;  $b$ ,  $H$  – соответственно ширина и толщина (высота) измельчаемого материала, м;  $z$  – число ножей на барабане рубильного органа, шт.;  $n$  – число оборотов барабана,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\varphi_1^1$  – коэффициент использования рабочего времени механизма измельчения;  $\varphi_2$  – коэффициент загрузки рубильного органа;  $\varphi_3$  – коэффициент плотности подаваемого материала в рубильный орган.

Время на транспортировку заготовленной щепы из лесосеки на придорожный склад ( $t_5$ ) и возвращение рубильной машины ( $t_7$ ) равно соответственно:

$$t_5 = \frac{S}{v_{\text{гр}}}; \quad t_7 = \frac{S}{v_{\text{х.х}}},$$

где  $S$  – среднее расстояние вывозки заготовленной щепы из лесосеки на придорожный склад, м (зависит от схемы расположения трелевочных волоков и размеров делянки);  $v_{\text{гр}}$ ,  $v_{\text{х.х}}$  – соответственно скорость движения рубильной машины с полным и пустым бункером, м/с. Скорость  $v_{\text{гр}}$  всегда меньше  $v_{\text{х.х}}$  примерно в 1,5–2 раза.

Время на выгрузку щепы из бункера рубильной машины ( $t_6$ ) включает время на подачу рубильной машины к автощеповозу (контейнеру), опрокидывание бункера (выгрузка щепы и возвращение бункера в исходное положение). Определяется путем фотохронометражных наблюдений.

Если рубильная машина «Амкодор 2902» работает на промежуточном или лесном складе, на котором в одном месте сконцентрированы значительные объемы древесного сырья для измельчения, то формула (7.20) значительно упростится, так как не требуются пере-



езды машины от кучи к куче сырья и вывозка заготовленной щепы на придорожный склад, и примет вид

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п.з}}) \phi_1 V_6}{\frac{V_6}{10^4 lbHzn\phi_1^1 \phi_2 \phi_3} + t_6},$$

где  $\phi_1$  – коэффициент использования рабочего времени, учитывающий и переезды рубильной машины с одного промежуточного склада на другой;  $\phi_1^1$  – коэффициент использования рабочего времени рубильного органа (механизма измельчения), учитывающий и время на перемещение машины вдоль штабеля древесного сырья в процессе его измельчения.

На складах топливного сырья мини-ТЭЦ, где создаются межсезонные запасы, прежде всего, из дровяной древесины, рубильная машина «Амкодор 2902» может двигаться вдоль штабеля низкосортного сырья, измельчать его и, минуя бункер, формировать на земле кучу топливной щепы (оперативный запас), как представлено на рис. 6.15 (см. на с. 197).

В этом случае сменная производительность рубильной машины рассчитывается по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п.з}}) \phi_1 V_{\text{шт}}}{t_1 + t_2 + t_3},$$

где  $\phi_1$  – коэффициент использования рабочего времени, учитывающий и переезды рубильной машины от штабеля к штабелю сырья;  $V_{\text{шт}}$  – объем древесного сырья в штабеле для производства щепы,  $\text{м}^3$ ;  $t_1$  – время на переезд рубильной машины к штабелю сырья, с;  $t_2$  – время на приведение рубильной машины из транспортного положения в рабочее, с;  $t_3$  – время на измельчение древесного сырья, уложенного в штабель, с.

Время  $t_3$  можно вычислить по следующей формуле:

$$t_3 = \frac{V_{\text{шт}}}{\Pi_{\text{руб}}} = \frac{ahl_{\text{шт}} f_{\text{п}}}{lbHzn\phi_1^1 \phi_2 \phi_3},$$

где  $a$ ,  $h$ ,  $l_{\text{шт}}$  – соответственно ширина, высота и длина штабеля сырья, м;  $f_{\text{п}}$  – коэффициент полндревесности древесины, уложенной в штабель;  $\phi_1^1$  – коэффициент использования рабочего времени механизма измельчения, учитывающий и время на перемещение машины вдоль штабеля древесного сырья в процессе его измельчения.



## Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте методический подход к расчету производительности машин циклического действия.
2. Назовите основные факторы, влияющие на производительность харвестеров.
3. Как Вы понимаете работу харвестера в режиме процессора?
4. В чем состоит отличие при определении производительности харвестера на рубках главного и промежуточного пользования?
5. Из каких элементов состоит время цикла валочно-пакетирующих машин с накопительной головкой?
6. Как влияют на производительность форвардеров объем и расстояние подвозимой пачки сортиментов?
7. Есть ли различия во времени при формировании пачки хлыстов трелевочными машинами в летний и зимний периоды?
8. Как вычисляется производительность валочно-трелевочных машин?
9. В чем состоит отличие при определении производительности лесопогрузчиков «Амкодор», работающих на погрузке-выгрузке и при штабелевке лесоматериалов?
10. Как рассчитывается производительность лесопогрузчиков, выполняющих несколько видов работ?
11. Поясните, как определяется время на измельчение древесного сырья рубильной машиной на одной технологической стоянке.
12. Какие факторы влияют на производительность рубильных машин, работающих в условиях лесосеки и лесного склада?



Продолжение табл. П1

Номер операции	Наименование операции	Периодичность					
		ЕТО 10 ч	ТО-1 125 ч	2ТО-1 250 ч	ТО-2 500 ч	ТО-3 1000 ч	2ТО-3 2000 ч
1	Провести внешний осмотр, обратив внимание: на комплектность и состояние крепления сборочных единиц и составных частей; состояние колес и шин; возможные подтекания смазок, топлива, охлаждающей и рабочей жидкостей; состояние рукавов и трубопроводов гидросистемы оборудования и рулевого управления, гидросистемы тормозов	+					
2	Очистить и вымыть машину	+					
3	Проверить уровень масла в картере двигателя	+					
4	Проверить уровень охлаждающей жидкости в системе охлаждения	+					
5	Проверить уровень топлива в топливном баке	+					
6	Проверить уровень рабочей жидкости в гидробаке	+					
7	Запустить двигатель и проверить его работу	+					
8	Проверить функционирование приборов	+					
9	Проверить уровень масла в ГМП и ее герметичность	+					
10	Смазать подшипники стрелы манипулятора	+					
11	Смазать подшипники телескопической секции стрелы манипулятора	+					
12	Смазать подшипники поворотного устройства манипулятора	+					
13	Проверить уровень масла в поворотном устройстве манипулятора	+					

Продолжение табл. П1

Номер операции	Наименование операции	Периодичность					
		ЕТО 10 ч	ТО-1 125 ч	2ТО-1 250 ч	ТО-2 500 ч	ТО-3 1000 ч	2ТО-3 2000 ч
14	Подтянуть болты крепления распределителя ГМП и блока клапанов	Первый раз операции выполнять при наработке 125 ч, второй раз – при наработке 250 ч, далее – через 250 ч					
15	Заменить фильтроэлементы магистрального фильтра и фильтра тонкой очистки ГМП						
16	Снять с ГМП поддон и сетку, промыть их в дизельном топливе, затем промыть в чистом масле	Первый раз операции выполнять при наработке 125 ч, второй раз – при наработке 500 ч, далее – через 1000 ч					
17	Заменить масло в ГМП						
18	Заменить масло в подмоторном мосте	Первый раз операцию выполнять при наработке 125 ч, далее через 2000 ч при применении основных масел и через 1000 ч при применении дублирующих масел					
19	Заменить масло в корпусе редуктора отбора мощности						
20	Проверить состояние и исправность рулевого управления, тормозной системы, электрооборудования и других составных частей и систем		+				
21	Проверить регулировку стояночной тормозной системы		+				
22	Проверить давление в шинах, затяжку гаек колес и гаек крепления мостов к раме		+				
23	Слить отстой из фильтра грубой очистки топлива и топливного бака		+				
24	Проверить натяжение ремней		+				
25	Проверить засоренность воздухоочистителя (бумажных фильтрующих элементов)		+				
26	Смазать шарниры полурам, балансирной рамки, технологического оборудования, гидроцилиндров, пальцы манипулятора и захвата		+				

Продолжение табл. П1

Номер операции	Наименование операции	Периодичность					
		ЕТО 10 ч	ТО-1 125 ч	2ТО-1 250 ч	ТО-2 500 ч	ТО-3 1000 ч	2ТО-3 2000 ч
27	Проверить и очистить несущие конструкции технологического оборудования			+			
28	Проверить затяжку болтов крепления поворотного устройства манипулятора			+			
29	Проверить состояние подшипников стрелы манипулятора			+			
30	Проверить крепление осей и штоков стрелы манипулятора			+			
31	Проверить вертикальные зазоры телескопической секции стрелы манипулятора			+			
32	Проверить натяжение осей подвески захвата			+			
33	Проверить затяжку болтов крепления захвата			+			
34	Проверить затяжку болтов и гаек заднего моста			+			
35	Очистить ротор центробежного масляного фильтра двигателя			+			
36	Заменить масляный фильтр двигателя			+			
37	Заменить масло в картере двигателя			+			
38	Заменить масло в дифференциале заднего моста	Проводятся при наработке первых 250 и 2000 ч, затем – через 2000 ч, или 1 раз в год					
39	Заменить масло в планетарном приводном механизме заднего моста						
40	Заменить масло в тандемных коробках заднего моста						
41	Смазать промежуточные опоры карданных валов			+			
42	Смазать шарниры карданных валов			+			
43	Смазать шлицевые соединения карданных валов			+			
44	Слить отстой из фильтра тонкой очистки топлива				+		

Продолжение табл. П1

Номер операции	Наименование операции	Периодичность					
		ЕТО 10 ч	ТО-1 125 ч	2ТО-1 250 ч	ТО-2 500 ч	ТО-3 1000 ч	2ТО-3 2000 ч
45	Проверить герметичность всех соединений воздухоочистителя и впускного тракта				+		
46	Провести обслуживание воздухоочистителя				+		
47	Проверить зазор между клапанами и коромыслами				+		
48	Проверить надежность крепления ГМП, карданных валов к фланцам ГМП				+		
49*	Заменить фильтроэлемент в напорном фильтре гидросистемы технологического оборудования				+		
50	Промыть фильтроэлемент гидросистемы тормозов				+		
51	Проверить уровень масла в дифференциале заднего моста				+		
52	Проверить уровень масла в тандемах заднего моста				+		
53	Смазать клеммы и наконечники проводов аккумуляторных батарей (АКБ)				+		
54	Проверить уровень масла в редукторе отбора мощности				+		
55	Проверить уровень масла в картере подмоторного моста				+		
56	Проверить блокировку запуска двигателя				+		
57	Проверить работоспособность систем освещения, сигнализации, стеклоочистителей				+		
58	Проверить: состояние клемм и вентиляционных отверстий АКБ; уровень электролита в АКБ, при необходимости долить дистиллированную воду; степень разряженности АКБ по плотности электролита				+		

\* Операции выполнять также при срабатывании сигнализатора загрязненности.

Продолжение табл. П1

Номер опера- ции	Наименование операции	Периодичность					
		ЕТО 10 ч	ТО-1 125 ч	2ТО-1 250 ч	ТО-2 500 ч	ТО-3 1000 ч	2ТО-3 2000 ч
59	Заменить фильтрующий элемент тонкой очистки топлива				+		
60	Заменить масло в поворотном устройстве манипулятора					+	
61	Смазать поворотный круг заднего моста					+	
62	Проверить регулировку фар					+	
63	Промыть фильтр грубой очистки топлива					+	
64	Проверить затяжку болтов крепления головок цилиндров					+	
65	Проверить протектор шин и при необходимости произвести перестановку шин					+	
66	Проверить и при необходимости отрегулировать управление двигателем, ГМП, тормозным краном и свободный ход педалей тормоза					+	
67	Очистить фильтрующие элементы системы вентиляции кабины					+	
68	Промыть сапун редуктора отбора мощности					+	
69	Промыть сапуны подмоторного моста					+	
70	Провести обслуживание гидромеханической передачи					+	
71	Проверить и при необходимости подтянуть наружные резьбовые соединения, особенно крепления колесных редукторов к корпусу моста					+	
72	Промыть сапуны двигателя						+



Продолжение табл. П1

Номер операции	Наименование операции	Периодичность					
		ЕТО 10 ч	ТО-1 125 ч	2ТО-1 250 ч	ТО-2 500 ч	ТО-3 1000 ч	2ТО-3 2000 ч
73	Проверить топливный насос на стенде						+
74	Проверить форсунки на давление начала впрыска и качество распыла						+
75	Проверить угол опережения впрыска топлива						+
76	Проверить состояние стартера двигателя (щеток, коллектора, пружин, контактов и др.)						+
77	Заменить контрольный фильтрующий элемент воздухоочистителя						+
78	Проверить диски дискового тормоза заднего моста						+
79	Промыть заливной фильтр гидравлического бака						+
80	Заменить масло в гидросистеме технологического оборудования						+
81	Заменить масло в гидросистеме подъема кабины и защиты						+
82	Проверить и отрегулировать давление настройки: основного и реактивных клапанов гидрораспределителя технологического оборудования; предохранительного клапана насоса рулевого управления и предохранительного клапана в приоритетном клапане; в гидросистеме тормозов						+
83	Заменить рукава высокого давления (РВД) в гидросистемах тормозов, ГМП, рулевого управления, технологического оборудования						+

Окончание табл. П1

Номер операции	Наименование операции	Периодичность					
		ЕТО 10 ч	ТО-1 125 ч	2ТО-1 250 ч	ТО-2 500 ч	ТО-3 1000 ч	2ТО-3 2000 ч
Дополнительные операции ТО технологического оборудования							
84	Проверить затяжку болтов крепления поворотного устройства манипулятора	Первые 50 ч					
85	Заменить масло в поворотном устройстве						
86	Проверить натяжение осей подвески захвата						
87	Проверить состояние рукавов и их соединений	Через 50 ч					
88	Смазать опорные поверхности телескопической секции стрелы						
89	Проверить боковые зазоры телескопической секции стрелы						
90	Смазать подшипники захвата						

Допускается отклонение от установленной периодичности проведения технических обслуживаний в пределах 10%.

При выполнении каждого конкретного планового ТО обязательно проводятся смазочные работы согласно схеме смазки, все дополнительные операции ТО, указанные в руководстве по эксплуатации машины, руководстве по эксплуатации «Дизель Д-260.1 и его модификации», руководстве по эксплуатации У35615-00.000 РЭ «Гидромеханические передачи серии У35615», инструкции по эксплуатации и ремонту ТАР 7501.180 «АМК 03 ТанDEMный мост АМКОДОР форвардер», инструкции по эксплуатации манипулятора «KESLA F601/2, F701/2. Эксплуатация. Обслуживание. Запасные части» и руководстве по эксплуатации 342.05.01.000РЭ «Мосты ведущие серии 342», а также все операции предыдущих ТО (например, при выполнении ТО-3 через 1000 ч дополнительно выполняются работы ЕТО, ТО-1, 2ТО-1 и ТО-2).

Таблица П2

**Применяемые ГСМ и рабочие жидкости  
(на примере форвардера «Амкодор 2661-01»)**

Наименование точки смазки	Наименование и обозначение марок ГСМ		Масса (объем) заправки, кг (дм <sup>3</sup> )	Периодичность смены ГСМ, ч
	основные	дублирующие		
Бак топливный	Топливо дизельное с содержанием серы не более 350 мг/кг (0,035%) сорта (см. примечания) СТБ 1658-2006	Не имеется	(200)	–
Топливный бак отопителя	То же	То же	(10)	–
<p><i>Примечания:</i></p> <p>1. Для умеренных климатических зон рекомендуется применять следующие сорта топлива при температуре окружающей среды до (не ниже): +5°C – сорт <i>A</i>; 0°C – сорт <i>B</i>; –5°C – сорт <i>C</i>; –10°C – сорт <i>D</i>; –15°C – сорт <i>E</i>; –20°C – сорт <i>F</i>.</p> <p>2. Допускается применение топлива с содержанием серы, не превышающим предельную норму, установленную для дизелей уровня Tier 2 (Директива 97/68/EC (II ступень) и Правила ЕЭК ООН № 96(01), – до 2 г/кг (0,2%).</p> <p>3. Для сезонного применения в Республике Беларусь рекомендуются следующие сорта дизельного топлива в зависимости от температуры окружающей среды.</p> <p>Летний период: сорт <i>B</i> – до 0°C (не ниже) – с 1 мая по 30 сентября (5 мес.) – по согласованию с потребителем; сорт <i>C</i> – до –5°C (не ниже) – с 1 апреля по 30 октября (7 мес.).</p> <p>Зимний период: сорт <i>F</i> – до –20°C (не ниже) – с 1 ноября по 31 марта (5 мес.).</p>				
Картер двигателя	Масла моторные «НАФТАН ДЗ» SAE 10W-40, SAE 15W-40, SAE 20W-50 ТУ ВУ 300042199.010-2009; «Лукойл Авангард» SAE 10W-40, SAE 15W-40; «Лукойл Авангард Экстра» SAE 10W-40, SAE 15W-40; «Лукойл Авангард Ультра» SAE 5W-40 (см. примечания)	Не имеется	16 (10)	250

Продолжение табл. П2

Наименование точки смазки	Наименование и обозначение марок ГСМ		Масса (объем) заправки, кг (дм <sup>3</sup> )	Периодичность смены ГСМ, ч	
	основные	дублирующие			
<b>Примечания:</b> 1. Рекомендуются моторные масла в зависимости от условий эксплуатации: – лето (+5°C и выше) – SAE 30; SAE 10W-40 (30); SAE 15W-40 (30); SAE 20W-40 (30); – зима (–10°C и выше) – SAE 20; SAE 10W-40 (30); SAE 15W-40 (30); – зима (–20°C и выше) – SAE 10W-20 (30, 40); SAE 5W-30 (40). 2. Допускается применение моторных масел других производителей, соответствующих классам CF-4, CG-4, CH-4, CI-4 по классификации API и E3-96, 4-99, 5-02 по классификации ASEA, вязкости по классификации SAE с температурой окружающей среды на месте эксплуатации двигателя.					
Система охлаждения двигателя (с радиатором)	Автожидкость охлаждающая «Тосол-Э40» (до –40°C)	«Тосол-А40М»; MIL-F-5559 (США)	(31)	1 раз в два года	
Редуктор отбора мощности	Масло моторное, то же, что и в картер двигателя		(2,5)	1000	
Гидросистема технологического оборудования, рулевого управления и тормозов	ТНК Гидравлик HVLP 32 ТУ ВУ 0253-028-44918199-2006	От +5°C и выше МГЕ-46В ТУ 38.001347-88	(140, в том числе гидробак 100)	2000	
		От –20°C и выше А ТУ 38.301-41-162-96			
Гидросистема подъема кабины и защиты	Масло гидравлическое, то же, что и в гидросистему технологического оборудования		(2)	2000	
Поворотное устройство манипулятора	ТНК Транс 80W-90	Масла SAE 80W-90	(4,5)	1000	
Гидросистема ГМП (с радиатором)	При температуре окружающего воздуха от –20°C и выше				
	Масло типа «А» ТУ ВУ 38.301-41-162-2001 или масло марки «А» ТУ ВУ 190106343.027-2005	Масло ТНК ATF II D	(30)	В соответствии с ТО	
	При температуре окружающего воздуха от –40°C и выше				
	Масло МГТ ТУ ВУ 38.1011103-87	Масло ТНК ATF III			

Окончание табл. П2

Наименование точки смазки	Наименование и обозначение марок ГСМ		Масса (объем) заправки, кг (дм <sup>3</sup> )	Периодичность смены ГСМ, ч
	основные	дублирующие		
Мост ведущий (подмоторный)	ТНК Транс Гипоид 80W-90	Масла SAE 80W-90 класса GL 5 LS	(28)	2000
Мост ведущий задний (тандемный)	Дифференциал			
	ТНК Транс Гипоид 80W-90	Масла SAE 80W-90 класса GL 5 LS	(8)	2000
	Планетарный механизм			
	ТНК Транс 80W-90	Масла SAE 80W-90 класса GL 4 LS	(20)	2000
	Тандемная коробка			
	ТНК Транс 80W-90	Масла SAE 80W-90 класса GL 4 LS	(40)	2000
Шарниры карданных валов	Смазка ИТМОЛ-158Н ТУ ВУ 1.000 290 77.005-2006	Смазка 158М ТУ 38.301-40-25-94	0,08	250
Шарниры полурам, балансирной рамки, рабочего оборудования и гидроцилиндров	Смазка МЛи 4/12-3 (Литол-24) ГОСТ 21150-87	Солидол Ж-Ска 2/6-2 ГОСТ 1033-79	1,8 на все точки смазывания	125
Промежуточные опоры карданных валов			2,4	250
Шлицевые соединения карданных валов			0,3	250
Клеммы и наконечники проводов АКБ			0,1	500
Поворотный круг заднего моста			0,1	1000
Петли дверей			0,1	СТО

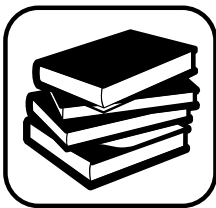
Таблица П3

**Перечень эквивалентов смазочных материалов иностранного производства  
(на примере форвардера «Амкодер 2661-01»)**

Смазочный материал производства стран СНГ	Классифи- кация, спецификация	Фирма	Наименование
Масло моторное			
«НАФТАН ДЗ» SAE 10W-40, SAE 15W-40, SAE 20W-50 ТУ ВУ 300042199.010-2009; «Лукойл Авангард» SAE 10W-40, SAE 15W-40; «Лукойл Авангард Экстра» SAE 10W-40, SAE 15W-40	API CF-4, CG-4, CH-4, CI-4; ASEA E3-96, 4-99, 5-02	Hessol	Turbo Diesel SAE 15W-40
		Essolube	XT-5+Multigrate
		Teboil	Super NPD (power)
		Royal	Triton QLT (U76)
		Neste	Turbo LE
		Mobil	Delvac 1400 Super
		Ursa	Super TD (Texaco)
«НАФТАН ДЗ» SAE 10W-40 ТУ ВУ 300042199.010-2009; «Лукойл Авангард Ультра» SAE 5W-40		Shell	Rimula X, Rimula D Extra SAE 10W-30, SAE 15W-40
			Rimula Ultra SAE 10W-40
			Rimula X SAE 10W-30
			Helix Diesel Ultra SAE 5W-40
Масло трансмиссионное			
ТНК Транс Гипоид 80W-90	API-GL5; MIL-L- 2105B/LS	Fuchs	Renogear LS 90, Renogear HLS 90
		DEA	Deagear LS SAE 85 W-90 Dearon BHS SAE 90
		Aral	Degol 3216
		Mobil	Mobilube SHC-LS
		Esso	Gear oil LSA 85W-90
		Shell	Gear oil 90 LS
		BP	Energear LS 90
ТНК Транс 80W-90	API-GL4; MIL-L-2105	ELF	Tranself BM-LS 90
		BP	Gear oil EP SAE 80W
		ELF	Tranself EP SAE 80W
		Mobil	Mobilube GX 80-A
		Shell	HSG 80-90
	Texaco	Geartex EP SAE 80W	

Окончание табл. ПЗ

Смазочный материал производства стран СНГ	Классифи- кация, спецификация	Фирма	Наименование
Масло гидравлическое			
МГЕ-46В	ISO-6074- HM-46	Shell	Tellus oil T/TX 46
		Mobil	DTE 16
		BP	Energol HLP 46
		Esso	Univis N 46
		Teboil	Hydrauli oil 46
		Neste	Hydrauli 46
А	ATF Dextron	Shell	Donax TA
		Mobil	Mobil ATF 220
		BP	Autran GM-MP
Смазка пластичная			
МЛи 4/12-3 (Литол-24); Ж-СКа 2/6-2 (Солидол Ж)	MIL-G- 18709A; MIL-G- 10924C	Shell	Alvania EP2, Retinax EP2
		Mobil	Mobilux EP2, Mobilux EP3 Mobil grease MP, Special
		BP	Energrease L2, Multipurpose LS3
		Esso	Beacon EP 2, Multipurpo SE GR Moly
		Teboil	Multipurpo SE EP, MDS
		Neste	MP Grease, Molygrease
ИТМОЛ-158Н, 158М	—	Shell	Alvania RL1



## ЛИТЕРАТУРА

---

1. Государственная программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 03.11.2010, № 1626. – Минск: М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2010. – 28 с.

2. Лесные машины «Беларусь»: учеб. пособие / А. В. Жуков [и др.]. – Минск: БГТУ, 2001. – 149 с.

3. Программа развития и технического перевооружения лесозаготовительного производства на 2011–2015 годы [Электронный ресурс] / М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – Режим доступа: [www.mlh.by/ru/official/docs.html](http://www.mlh.by/ru/official/docs.html). – Дата доступа: 16.05.2012.

4. Федоренчик, А. С. Оценка применимости систем машин на рубках леса / А. С. Федоренчик, И. И. Корзун // Труды БГТУ. Сер. VII, Экономика и управление. – 2002. – Вып. X. – С. 142–145.

5. Корзун, И. И. Типизация природно-производственных условий лесозаготовительных районов Беларуси / И. И. Корзун, А. С. Федоренчик // Труды БГТУ. Сер. VII, Экономика и управление. – 2001. – Вып. IX. – С. 148–153.

6. Федоренчик, А. С. Лесная сертификация: учеб. пособие / А. С. Федоренчик. – Минск: БГТУ, 2008. – 234 с.

7. Корзун, И. И. Эколого-экономическая оценка систем машин на рубках главного пользования предприятий лесного комплекса Республики Беларусь: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / И. И. Корзун. – Минск, 2002. – 20 с.

8. Герасимов, Ю. Ю. Экологическая оптимизация технологических процессов и машин для лесозаготовок: учеб. пособие / Ю. Ю. Герасимов, В. С. Сюнев. – Йоэнсуу: Изд-во ун-та Йоэнсуу, 1998. – 178 с.

9. Бредберг, К. Й. Разработка машин для рубок ухода, наносящих меньший вред насаждениям / К. Й. Бредберг // Проблемы рубок ухода: материалы Междунар. конф. союза лесных исслед. орг. – М.: Лесная пром-сть, 1987. – С. 179–184.



10. Федоренчик, А. С. Экологические особенности проектирования и использования лесной техники / А. С. Федоренчик // Актуальные вопросы стратегии развития лесного хозяйства Беларуси. – Минск: В.И.З.А. ГРУПП, 2012. – С. 79–88.

11. Протас, П. А. Актуализация лесосырьевого потенциала обеспечением эксплуатационно-экологической совместимости систем машин с почвогрунтами на принципах устойчивого лесопользования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / П. А. Протас. – Минск, 2010. – 24 с.

12. Матвейко, А. П. Технология и машины лесосечных работ: учебник / А. П. Матвейко, А. С. Федоренчик. – Минск: Технопринт, 2002. – 480 с.

13. Герц, Э. Ф. Технические возможности и производительность оборудования для лесосечных работ: учеб. пособие / Э. Ф. Герц, М. В. Полукаров, Ф. Г. Беляйков. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. – 96 с.

14. Матвейко, А. П. Производительность самоходных и передвижных рубительных машин на заготовке щепы в условиях лесосек / А. П. Матвейко, Е. И. Глинская // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2009. – Вып. XVII. – С. 119–121.

15. Каляшов, В. А. Обоснование рациональной технологии несплошных рубок при заготовке сортиментов многооперационными машинами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / В. А. Каляшов. – СПб., 2004. – 20 с.

16. Матвейко, А. П. Технология и оборудование лесозаготовительного производства: практикум / А. П. Матвейко, Д. В. Клоков, П. А. Протас. – Минск: БГТУ, 2005. – 160 с.

17. Федоренчик, А. С. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов / А. С. Федоренчик, А. В. Ледницкий. – Минск: БГТУ, 2010. – 446 с.

18. Заготовка сортиментов на лесосеке. Технология и машины: учеб. пособие / А. В. Жуков [и др.]. – М.: Экология, 1993. – 312 с.

19. Машины лесопромышленного комплекса – Амкодор [Электронный ресурс]. – Минск, 2005. – Режим доступа: [www.amkodor.by/catalog/mashiny\\_lesopromyshlennogo\\_komple/](http://www.amkodor.by/catalog/mashiny_lesopromyshlennogo_komple/). – Дата доступа: 22.03.2013.



## СОДЕРЖАНИЕ

---

Введение .....	3
1. Состояние и тенденции развития технологических процессов на лесосечных работах .....	5
1.1. Основные варианты технологических процессов лесосечных работ .....	5
1.2. Системы машин для рубок леса .....	14
1.3. Роль лесных машин «Амкодор» на лесозаготовках в Республике Беларусь и России .....	23
Контрольные вопросы .....	27
2. Лесосырьевая база Республики Беларусь .....	29
2.1. Общая характеристика лесосырьевой базы .....	29
2.2. Лесоэксплуатационная характеристика .....	32
2.3. Оценка применимости лесных машин «Амкодор» .....	42
Контрольные вопросы .....	45
3. Оценка эколого-экономической совместимости машин с лесной средой .....	47
3.1. Показатели эколого-экономической совместимости лесных машин .....	47
3.2. Воздействие машин на лесные экосистемы .....	51
Контрольные вопросы .....	63
4. Особенности конструкций лесных машин «Амкодор» .....	64
4.1. Общие положения и маркировка моделей .....	64
4.2. Валочно-сучкорезно-раскряжевные машины (харвестеры) .....	66
4.3. Погрузочно-транспортные машины (форвардеры) .....	93
4.4. Трелевочные машины .....	113
4.5. Рубильные машины .....	128
4.6. Фронтальные лесопогрузчики .....	133
4.7. Оборудование для лесохозяйственных работ .....	142
Контрольные вопросы .....	144

5. Правила эксплуатации и технического обслуживания лесных машин «Амкодор» .....	146
5.1. Правила и особенности эксплуатации и технического обслуживания машин .....	146
5.2. Меры безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании лесных машин .....	160
Контрольные вопросы .....	165
6. Технологические схемы применения лесных машин «Амкодор» .....	167
6.1. Технологические схемы разработки лесосек при проведении рубок главного пользования .....	167
6.2. Технологические схемы разработки лесосек при проведении рубок промежуточного пользования .....	182
6.3. Технологические схемы заготовки сортиментов и производства топливной щепы на складах .....	191
Контрольные вопросы .....	201
7. Расчет производительности лесных машин «Амкодор» .....	202
7.1. Производительность харвестеров .....	202
7.2. Производительность валочно-пакетирующих машин с накопительной головкой .....	209
7.3. Производительность форвардеров .....	210
7.4. Производительность трелевочных машин .....	213
7.5. Производительность валочно-трелевочных машин .....	215
7.6. Производительность лесопогрузчиков .....	216
7.7. Производительность рубильных машин .....	218
Контрольные вопросы .....	222
Приложение .....	223
Литература .....	236

Учебное издание

**Федоренчик Александр Семенович**  
**Герман Андрей Александрович**  
**Протас Павел Александрович**

## **ЛЕСНЫЕ МАШИНЫ** **«АМКОДОР»**

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. С. Ватеичкина*  
Компьютерная верстка *Е. В. Ильченко, О. Ю. Шантарович*  
Корректор *Е. С. Ватеичкина*

Подписано в печать 06.12.2013. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 14,4. Уч.-изд. л. 14,4.  
Тираж 500 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.  
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.

Переплетно-брошюровочные процессы произведены  
в ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».  
Ул. Корженевского, 20, 220024, г. Минск. Заказ .